經濟部

MOEAWRA 0960078

烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃

堰址地質及區域地下水調查

Preliminary Planning of Niaozueitan Weir in Wu River-Geological and Regional Groundwater Investigation of Weir Site

經濟部水利署水利規劃試驗所

中華民國 96 年 12 月

烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃

堰址地質及區域地下水調查

Preliminary Planning of Niaozueitan Weir in Wu River-Geological and Regional Groundwater Investigation of Weir Site

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行機關：世合工程技術顧問股份有限公司

中華民國 96 年 12 月

目　　錄

目錄 I
表目錄 V
圖目錄 VII
照片目錄 XI
摘要 XII
Abstract XXIII
結論與建議 XXV

第壹章　前言 1-1
一、 計畫緣起 1-1
二、 計畫目的 1-1
三、 工作項目與內容 1-1
四、 工作範圍 1-2
五、 工作構想與流程 1-2
(一) 計畫基本資料 1-2
(二) 工作構想與流程 1-2
第貳章　基本資料蒐集 2-1
一、 地理位置 2-1
二、 地形地貌 2-2
三、 區域地質概況 2-3
(一) 地層 2-3
(二) 地質構造 2-9
四、 既有調查成果整理 2-13
(一) 鄰近計畫區域相關地質鑽探、試驗及試坑資料 2-13
(二) 既有地下水調查成果整理 2-22
五、 現況環境說明 2-24

第參章　工程地質探查 3-1
一、 地質探查 3-1
(一) 航照判釋與野外查核 3-1
(二) 地表地質調查 3-6
二、 地質鑽探與試驗 3-9
(一) 地質鑽探孔位佈設位置 3-9
(二) 鑽探取樣與研判說明 3-10
(三) 鑽探結果與岩心判釋 3-11
(四) 孔內透水試驗結果 3-16
(五) 室內試驗結果 3-17
三、 地球物理探測 3-20
(一) 折射震測 3-23
(二) 2D地電阻影像探測 3-38
(三) 1D地電阻探測 3-48
(四) 地物結果綜合討論 3-61
四、 岩盤面高程及沖積層厚度分析 3-63
五、 材料調查 3-65
(一) 試坑開挖 3-65
(二) 現地篩分析試驗 3-66
(三) 室內試驗 3-69
(四) 工程材料評估 3-72
六、 工程地質圖繪製 3-75
(一) 堰址 3-75
(二) 人工湖 3-78
七、 工程地質評估 3-83
(一) 工程地質綜合說明 3-83

(二) 工程設計參數評估 3-85
(三) 堰址承載力評估 3-89
(四) 隘寮斷層調查綜合說明 3-90
第肆章　區域地下水調查 4-1
一、 地下水觀測井、抽水井與抽試井佈設 4-1
(一) 佈設原則 4-2
(二) 佈設位置 4-2
(三) 施作方式 4-4
二、 地下水位觀測 4-8
(一) 定期水位觀測 4-8
(二) 降雨期間水位觀測 4-9
三、 抽水試驗工作內容 4-15
(一) 抽水井與抽試井位置 4-15
(二) 現場抽水試驗 4-17
(三) 抽水試驗分析原理 4-20
(四) 抽水試驗計算結果 4-22
四、 區域地下水評估 4-27

參考文獻

附錄一 報告審查意見研辦與說明

附錄二 地質鑽探成果
附件 A 鑽探岩心照片
附件 B 鑽孔柱狀圖

附錄三 現場孔內透水試驗附件
附件 A 岩盤透水試驗原理、儀器及方法
附件 B 岩盤透水試驗報表

附錄四 岩石力學試驗附件
附件 A 岩石一般物理性質試驗
附件 B 岩石單軸壓縮強度
附錄五 1D 地電阻試驗成果
附錄六 試坑開挖附件
附件 A 試坑開挖記錄表
附件 B 試坑開挖材料試驗方法
附件 C 試坑開挖材料試驗成果表
附錄七 地下水位觀測井建置與抽水試驗
附件 A 土壤取樣紀錄表
附件 B 觀測井與抽水井剖面構造圖
附件 C 現場施工照片

表　目　錄

表 1-1 本計畫擬定之工作項目與內容.....1-5
表 2-1 與調查區相關之基本圖幅.....2-1
表 2-2 相關文獻鑽孔位置.....2-14
表 2-3 計畫區域鄰近鑽孔相關岩石試驗數量統計表.....2-17
表 2-4 一般物理性質試驗分析成果.....2-17
表 2-5 鑽孔單軸壓縮試驗分析成果.....2-18
表 2-6 鑽孔直接剪力試驗分析成果.....2-19
表 2-7 鑽孔點荷重試驗分析成果.....2-19
表 2-8 試坑材料試驗成果表.....2-20
表 2-9 國道六號 3k+000~11k+500 簡化地層地工參數表.....2-21
表 2-10 鄰近地區及國道六號(11K+540)礫石層力學參數.....2-21
表 2-11 地下水觀測井資訊.....2-22
表 2-12 地下水位高程觀測資料(國道新建工程局，民國 88 年).....2-23
表 3-1 本計畫工程地質探查數量統計表.....3-1
表 3-2 本計畫工程地質探查鑽探工作一覽表.....3-11
表 3-3 本計畫鑽探地層概況.....3-14
表 3-4 孔內透水試驗數量統計表.....3-16
表 3-5 Lugeon試驗結果一覽表.....3-17
表 3-6 室內試驗數量統計表.....3-18
表 3-7 岩石物理性質試驗結果.....3-18
表 3-8 岩石單軸壓縮強度試驗結果.....3-19
表 3-9 國際岩石力學學會單壓強度分級表.....3-20
表 3-10 折射震測測線佈置位置表.....3-30
表 3-11 電極排列方式特性比較表.....3-39
表 3-12 地電阻測線施測參數.....3-41

表 3-13 1D地電阻測線施測位置 3-49
表 3-14 1D地電阻探測地下水位面與岩盤高程輔助調查結果 3-63
表 3-15 試坑位置表 3-66
表 3-16 比重及吸水率試驗成果 3-69
表 3-17 單軸抗壓強度試驗成果表 3-70
表 3-18 洛杉磯磨損試驗成果表 3-71
表 3-19 健性試驗及鹼性反應試驗成果表 3-71
表 3-20 人工湖砂石品質評估表 3-72
表 3-21 骨材開採量估算表(以開挖至平均岩盤面深度計算) 3-74
表 3-22 國道六號 3k+000~11k+500 簡化地層地工參數表 3-86
表 3-23 調查區域-工程參數簡化表 3-86
表 3-24 本計畫岩力試驗成果表 3-87
表 3-25 文獻鑽孔岩層性質簡化表 3-87
表 3-26 計畫區岩力試驗整合表(含文獻及本計畫成果) 3-88
表 4-1 地下水位觀測井、抽水井與觀測井施作深度統計表 4-1
表 4-2 地下水觀測井工作一覽表 4-6
表 4-3 本計畫水位觀測井地層概況 4-7
表 4-4 地下水觀測井濾管埋設深度 4-8
表 4-5 地下水位觀測井觀測資料 4-10
表 4-6 人工湖區地下水位高程分佈 4-11
表 4-7 地下水流速計算成果表 4-11
表 4-8 降雨期間地下水位觀測資料 4-14
表 4-9 新建置抽水井、觀測井基本資料 4-17
表 4-10 抽水試驗分析結果(Cooper-Jacob) 4-24

圖　目　錄

圖 1-1 本計畫工作範圍 1-3
圖 1-2 計畫人工湖區初步佈置 1-4
圖 1-3 工作執行流程圖 1-4
圖 1-4 本計畫調查位置圖 1-6
圖 2-1 計畫區域地理位置 2-4
圖 2-2 計畫區域地形圖 2-5
圖 2-3 區域地質圖 2-8
圖 2-4 主要弱面平面投影圖 2-11
圖 2-5 計畫區附近活動斷層分佈圖 2-12
圖 2-6 臺灣活動斷層分布圖-車籠埔斷層(2000 年) 2-12
圖 2-7 隘寮地區地層構造示意圖 2-13
圖 2-8 文獻鑽孔資料位置圖 2-16
圖 2-9 地下水觀測井位置圖 2-22
圖 2-10 地下水位高程變化 2-23
圖 2-11 現場狀況說明圖 2-25
圖 3-1 航照判釋成果圖 3-4
圖 3-2 兩萬五千分之一區域地質圖 3-7
圖 3-3 工程地質探查位置圖 3-12
圖 3-4 調查區鑽孔柵狀示意圖 3-15
圖 3-5 折射震測測線位置正射影像圖 3-22
圖 3-6 地電阻測線位置正射影像圖 3-22
圖 3-7 1D地電阻測線位置正射影像圖 3-23
圖 3-8 折射波震測原理示意圖 3-24
圖 3-9 折射震測試驗用儀器 3-25
圖 3-10 折射法震源及受波器示意圖 3-27

圖 3-11 初達波走時曲線挑選 3-28
圖 3-12 折射震測走時震測影像分析原理 3-29
圖 3-13 二維地層波速剖面 3-29
圖 3-14 折射震測LD-1 及LD-2 測線現場環境 3-31
圖 3-15 折射震測LN、LC及LS測線現場環境 3-33
圖 3-16 折射震測LD-1 測線P波波速剖面 3-35
圖 3-17 折射震測LD-2 測線P波波速剖面 3-35
圖 3-18 計畫堰址折射震測 3D呈現 3-35
圖 3-19 折射震測LN測線P波波速剖面 3-37
圖 3-20 折射震測LC測線P波波速剖面 3-37
圖 3-21 折射震測LS測線P波波速剖面 3-37
圖 3-22 地電阻影像探測的各種排列方式 3-39
圖 3-23 地電阻影像探測施測示意圖 3-41
圖 3-24 地電阻現場環境與施測情況 3-42
圖 3-25 測線ELD地電阻剖面(Wenner) 3-45
圖 3-26 測線ELD地電阻剖面(Wenner-Schlumberger) 3-45
圖 3-27 測線ELN-E地電阻剖面(Wenner) 3-46
圖 3-28 測線ELN-E 地電阻剖面(Pole-Pole) 3-46
圖 3-29 測線ELN-W地電阻剖面(Pole-Pole) 3-46
圖 3-30 測線ELC地電阻剖面(Wenner) 3-47
圖 3-31 測線ELC地電阻剖面(Pole-Dipole) 3-47
圖 3-32 測線ELC地電阻剖面(Pole-Pole) 3-47
圖 3-33 1D地電阻現場環境與施測情況 3-49
圖 3-34 VES-01 測線地層剖面 3-53
圖 3-35 VES-02 測線地層剖面 3-53
圖 3-36 VES-03 測線地層剖面 3-53

圖 3-37 VES-04 測線地層剖面 3-53
圖 3-38 VES-05 測線地層剖面 3-57
圖 3-39 VES-06 測線地層剖面 3-57
圖 3-40 VES-07 測線地層剖面 3-57
圖 3-41 VES-08 測線地層剖面 3-57
圖 3-42 VES-09 測線地層剖面 3-60
圖 3-43 VES-10 測線地層剖面 3-60
圖 3-44 VES-11 測線地層剖面 3-60
圖 3-45 VES-12 測線地層剖面 3-60
圖 3-46 岩盤面等高程圖 3-64
圖 3-47 沖積層等厚度圖 3-64
圖 3-48 DT-96-01 粒徑分佈曲線圖 3-67
圖 3-49 DT-96-02 粒徑分佈曲線圖 3-68
圖 3-50 DT-96-03 粒徑分佈曲線圖 3-68
圖 3-51 DT-96-04 粒徑分佈曲線圖 3-68
圖 3-52 鳥嘴潭攔河堰堰址工程地質圖 3-76
圖 3-53 鳥嘴潭攔河堰堰址工程地質剖面圖 3-77
圖 3-54 計畫人工湖區剖面線位置 3-80
圖 3-55 人工湖地質剖面圖A-A’及B-B’ 3-81
圖 3-56 人工湖地質剖面圖C-C’及D-D’ 3-82
圖 3-57 人工湖各區剖面示意圖 3-85
圖 3-58 計畫區隘寮斷層構造示意圖 3-92
圖 4-1 地下水觀測井與抽水井佈位置圖 4-3
圖 4-2 地下水位面等高程圖 4-12
圖 4-3 地下水含水層等厚度圖 4-12
圖 4-4 降雨期間地下水位高程變化圖 4-13

圖 4-5 DP-96-01 抽水井及觀測井現場設置點示意圖.....4-16
圖 4-6 DP-96-05 抽水井及觀測井現場設置點示意圖.....4-16
圖 4-7 現場抽水試驗工作流程.....4-19
圖 4-8 分級試水之時間-洩降曲線圖.....4-23
圖 4-9 定量抽水試驗之時間-洩降曲線.....4-24
圖 4-10 回升抽水試驗之時間-洩降曲線.....4-25
圖 4-11 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method分析結果（DP-96-01）.....4-25
圖 4-12 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method分析結果（DP-96-02）.....4-26
圖 4-13 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method分析結果（DP-96-03）.....4-26
圖 4-14 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method分析結果（DP-96-04）.....4-27

照 片 目 錄

照片 3-1 西側人工湖南方高位階地崖坡天然湧泉 3-5
照片 3-2 垃圾場旁堤防道路南側受隘寮斷層西側抬昇影響產生高差 3-5
照片 3-3 調查區附近烏溪北側卓蘭層砂頁岩互層露頭 3-8
照片 3-4 照片 3-3 東側烏溪右岸露頭，岩性為砂頁岩互層夾砂岩層 3-8
照片 3-5 試坑開挖前 3-67
照片 3-6 試坑開挖後 3-67
照片 3-7 現場篩分析 3-67
照片 3-8 試坑回填後 3-67
照片 3-9 烏溪右岸堰軸處南側岩層露頭 3-78

摘　　要

一、計畫緣起與目的

「烏溪水資源開發分期推動計畫」已於民國 94 年 10 月 25 日奉行政院經建會都字第 0940004270 號函准予備查，依該推動計畫內容之計畫規劃期程及計畫工作項目包括建民水庫壩址上移先期規劃及烏溪流域水源運用規劃檢討，經 95 年檢討建民水庫壩址上移案先期規劃，探尋以低壩型式蓄水之可能壩址可行性及初步評估烏溪中上游最佳堰址方案之水資源開發之可能性規劃成果，續辦理 96 年烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃，以開發烏溪水系新水源，俾填補建民水庫停建後之不足水量，以因應彰化、南投等地區民國 110 年之用水需求。茲依照上述目標，進行烏溪鳥嘴潭堰址地質調查與區域地下水調查等相關作業，並依地質調查及區域地下水調查成果，提供後續規劃引用。

二、地質探查

(一)航照判釋及野外查核

本次航照判釋成果約略可見到一條南北走向之線型，此線型北段與國道新建工程局所標示者相同，但其往南延伸則與其往西偏移不同，而是呈南北向往南延伸，切過高位階地之階地崖，且於高位階地面西側出現一條數公尺高之崖階，研判可能是隘寮斷層往東背衝所形成之斷層崖。

現地查核在高位階地崖坡，發現一處天然湧泉；地層可能受到斷層作用，造成地層抬升之後，阻斷地下水流方向，致使地下水流沿裂縫流到地表。經查訪當地居民，確認並非是排水溝渠之出口。另經拜訪草屯鎮北勢里林里長，在其熱心協助下，於現地確認了數處斷層抬昇位置。將里長於現場指出之斷層位置於實地

確認後，可知其位置恰位於中央地質調查所繪製斷層位置與國道新建工程局繪製斷層位置之間，可能原因為隘寮斷層錯動時在地表之破裂線不只一條。

(二)地表地質調查

本次地表地質調查工作以堰址及人工湖附近二萬五千分之一地形圖為底圖，本區出露之基岩層上新世之卓蘭層及更新世頭嵙山層，後者以整合關係覆於前者之上。人工湖基岩大致以人工湖(一)邊緣西側屬卓蘭層岩層，東側為頭嵙山層香山段岩層。卓蘭層岩性主要由青灰色至淡灰色細粒至粗粒混濁砂岩、粉砂岩、砂質頁岩及砂頁岩互層所組成，局部地區有厚層至厚塊狀砂岩或頁岩，整體而言砂岩與頁岩比例約 2：1，岩層位態為 N(10°-20°)E/(15°-45°)SE。出露於本計畫區之頭嵙山層屬香山段岩層，岩性以厚層淡灰色膠結不佳的粗粒砂岩為主，常夾有層狀至薄層狀灰黑色頁岩，有時厚砂岩層底部夾有礫石，此為其特徵。本區砂岩與頁岩之比例約為 4：1，其砂岩量明顯地較卓蘭層為高，岩層位態大致呈 N(10°-30°)E/(23°-26°)E。除了基岩外，河道及階地上均堆積有未固結之沖積層，厚度一般在10 公尺左右，主要組成物質為泥、砂及礫石。

三、工程地質探查成果

(一)地質鑽探及透水試驗

本計畫針對堰址、人工湖區及隘寮斷層兩側進行鑽探，施作DH-96-01 至DH-96-06 等 6 孔，每孔鑽探深度 20 公尺，總深度 120 公尺，地質鑽探成果詳見 摘表- 1。孔內透水試驗依合約數量施作 8 組，堰址岩層Lugeon值介於 1.2~1.45 之間，人工湖的Lugeon值介於 0.9~1.7 之間。

摘表-1 鑽探成果表

孔號 NO.	鑽探位置	鑽探深度 (m)	岩盤深度 (m)	深度(m)	地層概況
DH-96-01	堰址	20	7.5	0~7.5	卵礫石。
				7.5~10.9	灰黑色頁岩及泥質粉砂岩，呈漸變關係，局部有生物鑽痕。
				10.9~20.0	灰色砂岩，膠結鬆散。
DH-96-02	堰址	20	8	0~8.0	卵礫石。
				8.0~17.9	灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩。
				17.9~20.0	灰色砂岩，膠結疏鬆。
DH-96-03	東側人工湖	20	6.6	0~6.6	卵礫石
				6.6~8.0	灰黑色頁岩。
				8.0~11.5	灰白色泥質粉砂岩。
				11.5~13.2	灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩底部有牡蠣(Oyster)殼。
				13.2~20.0	灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩。
DH-96-04	西側人工湖	20	6	0~6	卵礫石
				6.0~7.8	泥質粉砂岩。
				7.8~16.4	灰色細砂岩為主，夾紋層至層狀灰黑色頁岩。
				16.4~20.0	泥質粉砂岩，生物鑽痕(bioturbation)發達。
DH-96-05	焚化爐附近，隘寮斷層東側	20	9.8	0~9.8	卵礫石
				9.8~20	灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩，局部有生物鑽痕，θ_b=10°。
DH-96-06	焚化爐附近，隘寮斷層西側	20	9.6	0~9.6	卵礫石
				9.6~12.45	灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩。
				12.45~13.6	灰色泥質砂岩。
				13.6~15.3	灰黑色頁岩含紋層粉砂岩。
				15.3~17.3	灰色泥質砂岩。
				17.3~20	灰黑色頁岩夾灰色泥質砂岩。

(二)室內試驗結果

1、岩石物理性質試驗

本計畫進行 11 組岩石物理性質試驗，試驗參考國際岩石

力學學會(ISRM 1981)建議之方法辦理，試驗結果顯示調查區內岩樣之單位重介於 2.08~2.45 噸/立方公尺，比重介於 2.66~2.69，含水量 3.7~9.6%，孔隙比介於 0.14~0.37 之間，吸水率介於 5.4~6.1%，多數砂岩岩樣泡水後發生崩解情形。

2、岩石單壓試驗

本計畫進行 11 組岩石單軸壓縮試驗，試驗步驟係參照國際岩石力學學會(ISRM 1981)規定辦理。結果見 摘表- 2所列，單壓強度介於 3.9~113.4 公斤/平方公分，依據國際岩石力學學會(ISRM 1981)單壓強度分級，單壓強度小於 250 公斤/平方公分屬於弱岩分級。

摘表- 2 本計畫岩力試驗成果表

試樣所屬地層	岩性	單位重 γ_t (t/m^3)	含水量 W_n (%)	比重 G_s	孔隙比 e	吸水率 Abs (%)	單壓強度 q_u (kg/cm^2)	參考孔號
頭嵙山層香山段	砂頁岩互層	2.08~2.45	3.8~6.8	2.66~2.69	0.14~0.37	6.1~崩解	3.6~66.0	DH-96-01 DH-96-02
卓蘭層	砂頁岩互層	2.14~2.45	3.7~9.6	2.66~2.69	0.16~0.29	5.4~崩解	16.8~113.4	DH-96-03 DH-96-04 DH-96-05 DH-96-06

(三)地球物理探測

本計畫採用折射震測法及 2D 地電阻探測進行堰址及人工湖預定範圍內之調查，另於人工湖區內施測 1D 地電阻測點，以輔助鑽探資料判釋地層特性，探測成果說明如后：

1、計畫堰址處

計畫堰址處平行堰軸的下方土層並無明顯側向變化情形，而波速超越 1500 公尺/秒，電阻率明顯垂直變化交界處，推測岩盤深度估計是位於地表下 7~10 公尺處，在 LD-2 測線

的結果中可知下方地層應存在有一傾角，在平行堰軸的方向上並未有明顯的側向變化的原因，推測是因為此方向與地層之走向接近平行，因此呈現約略水平。

2、推估斷層線型之探測

由 LN 及 LC 兩條震測測線的結果可間接推測在岩盤上方的沖積層有斷層可能通過的跡象，且吻合背衝斷層西側地層受到抬升的可能。藉由地電阻 ELN-E、ELN-W 及 ELC 測線以 pole-pole 法施測結果位於距地表 20-40 公尺有明顯電阻率側向變化，近表層無明顯變化特徵，因此難確認近地表的出露位置。研判斷層破裂線可能位置不只一處，推估 921 地震伴生的隘寮斷層為高角度背衝斷層且形成破碎帶。

3、地下水位面與岩盤面高程輔助調查

1D地電阻探測針對各個測線所獲得之地層電阻剖面進行分析與評估，以高程表示方式統一整理如 摘表- 3所示。

摘表- 3 1D 地電阻探測地下水位面與岩盤高程輔助調查結果

測線	VES-01	VES-02	VES-03	VES-04	VES-05	VES-06
水位高程(公尺)	111.2	118.2	120.2	125.2	116.6	121.3
岩盤高程(公尺)	106.8*	116.3*	---	120.5	113.8	---
測線	VES-07	VES-08	VES-09	VES-10	VES-11	VES-12
水位高程(公尺)	121.2	110.6	108.5	112.3	---	---
岩盤高程(公尺)	119.1**	---	102.5**	104.7**	---	---
備註	* 由水位觀測井直接獲得；**應考慮解析度能力；---未有獲得					

(四)岩盤高程及沖積層厚度分析

依農林航空測量所 1/5,000 像片基本圖，並配合現場測量鑽

孔高程調整，繪製計畫區地形圖，並以此為底圖，套合計畫區內本次鑽孔及文獻鑽孔岩盤深度，以 Kringing 內插方法進行岩盤高程分析，並利用已知岩盤深度資料，推估沖積層厚度。岩盤高程介於 100~124 公尺之間，沖積層厚度介於 6~10 公尺，人工湖(四)區南側地勢為高位階地之道路邊坡，岩盤深度可能較淺，約在 3~4 公尺間。

(五)材料調查

本計畫分別在東側人工湖及西側人工湖各選擇 3 處及 1 處開挖，尺寸為 2 公尺x2 公尺x2 公尺，並以篩分析試驗、比重試驗、吸水率試驗、單軸抗壓強度試驗、洛杉磯磨損試驗、健性試驗及鹼性反應(細粒料)試驗等方法評估砂石品質，試驗成果顯示符合混凝土骨材之標準，詳見 摘表- 4。配合試坑開挖、篩分析試驗結果及現地調查成果，並採用沖積層厚度所分析之成果，取其平均深度，結合人工湖區面積數據，評估人工湖可開採區域及數量，可開採土石總數量概估約為 946 萬立方公尺。

摘表- 4 人工湖砂石品質評估表

試驗種類	試驗成果	混凝土骨材標準	符合標準
比重試驗	2.64~2.67	>2.5	符合
吸水率試驗	1.10%	<3.0%	符合
單壓強度試驗	單壓強度平均值約 1,192~1,971 kg/cm^2	>500kg/cm^2	符合
洛杉磯磨損試驗	14.0~16.4%	<40%	符合
健性試驗	2.2~2.6	<12%	符合

(六)工程地質評估

1、調查區工程地質綜合說明

本次堰址調查針對選擇之二處堰址位置(烏溪攔河堰位置與替代方案位置)進行地質調查，再製作成比例尺五千分之一之堰址工程地質圖及剖面圖。

堰址覆土層為礫石層，厚約 8~14 公尺，下伏岩層屬於頭嵙山層香山段岩層，岩性為砂頁岩互層夾厚層砂岩(ss/sh-ss)代表之。堰址附近地區岩層位態大致呈 N(10°-30°)E/(23°-26°)E，研判右岸裸露岩坡為斜交坡。透水試驗結果顯示岩層透水度介於 1.2~1.45 Lugeon 之間，表示岩層水密性佳。

人工湖區覆土層為卵礫石層，下伏頭嵙山層香山段、卓蘭層，基盤岩層大致以人工湖區(一)西側邊緣為分界線，以西側為上新世之卓蘭層，東側為更新世之頭嵙山層香山段。岩層位態大致為 N(10°-20°)E/(15°-45°)SE。岩盤高程分析係依據本計畫鑽孔及文獻鑽孔資料之岩盤深度及孔位高程進行分析，並依現況地形作邊界條件修正，湖區沖積層平均厚度約為 6~10 公尺，岩盤透水度不佳。

人工湖區岩層依單壓強度分類屬軟岩，可工性高，且相較上覆之卵礫石層而言透水性較低，建議開挖深度可達岩盤面以下。若以沖積層厚度 6-10 公尺推估，開挖深度大於 10 公尺即可讓人工湖底面均屬岩盤面，滲漏量即可有效降低。

2、工程參數評估

整合國道六號文獻與本計畫進行之鑽探與試驗資料，調查區的地層大致區分為卵礫石層及砂頁岩互層夾厚層砂岩層兩大類，工程參數簡化摘表- 5如所列。

摘表-5 調查區域-工程參數簡化表

層次	厚度 (m)	土壤分類	土層描述	γ_t (t/m^3)	E ($10^4 t/m^3$)	N	q_u (t/m^2)	c (t/m^2)	ϕ (deg)
1	8-14 (*1) 6-10 (*2)	GW	礫石夾粗砂	2.1	1.8	>50	-	4	35
2	-	ss/sh-ss	砂頁岩互層夾厚層砂岩層	2.35	-	-	200	0	26
註：*1：堰址附近沖積層厚度；*2：人工湖區沖積層厚度 整理自國道六號、水規所 95 年及本年度調查資料									

3、堰址承載力評估

攔河堰目的為抬高水位，由於此為規劃階段，尚無攔河堰工程設計圖，若基礎築於礫石層，可從所評估之礫石層力學參數凝聚力 c 為 4 噸/平方公尺及摩擦角 35°等參數，依不同的基礎形式進行設計。

有關堰址岩盤承載力，依據巨積岩盤之容許承載力公式來計算，採用地層簡化參數-砂頁岩互層夾厚層砂岩層(如 摘表- 5)，將q_u=200 噸/平方公尺，ϕ=26°容許承載力約為 102.4 噸/平方公尺，初步評估應足以提供良好之承載力。

4、隘寮斷層調查綜合說明

根據中央地調所活動斷層調查報告(烏溪以南)資料顯示草屯階地隘寮地區的撓曲崖可能是地表下的背衝斷層所造成，但斷層前緣並未穿出地表，而是形成類似單斜的撓曲崖。本計畫經航照判釋及現勘成果，確認數處斷層抬昇位置，從抬昇跡象推測，位於低位階地有地表破裂情形產生。隘寮斷層與中央地質調查所、國道新建工程局繪製位置有所出入，此線型北段與國道新建工程局所標示者相同，但其往南延伸則與其往西偏移不同，而是呈南北向往南延伸，切過高位階地之階地崖，且於高位階地面西側出現一條數公尺高之崖階。

地球物理探測成果依地層波速及地電阻率變化之特徵，位於地表下深度 20-40 公尺處從地電阻率剖面有顯著的改變，研判應是斷層作用造成岩性有所差異，然從地物探測成果並無明顯特徵可研判破裂線是否有衝出地表，推測隘寮斷層所造成的岩盤錯動量未造成礫石層在電學或力學上性質之改變。

初步推測隘寮斷層錯動對人工湖區破壞的可能位置在人工湖區(三)及人工湖區(四)，若對阻水牆、封底材料、湖區邊坡堤防等結構物發生輕微破壞，產生裂縫將造成蓄水功能降低。若發生結構物大規模破壞，如土堤潰堤，大量湖水可能往低處烏溪堤防方向或西側溢流。因隘寮斷層為車籠埔斷層之伴生斷層，而車籠埔斷層地震週期約為 200 年至 400 年（陳文山等人，2002 年），因此應需針對地震發生時造成人工湖破壞模式加以模擬分析，以掌握斷層錯動後對湖區破壞之影響。

四、區域地下水調查

(一)地下水位觀測

本計畫共裝設 12 孔地下水觀測井，2 孔抽水井與 6 孔觀測井，另 6 孔地質探查孔於完成後，亦均埋管進行地下水觀測，其中 1 孔抽水井與 3 孔觀測井不進行水位觀測與抽水試驗，共計獲得 22 處地點的水位資訊，水位觀測時間從 96 年 8 月 24 日起每隔 1 至 2 星期進行水位觀測至 96 年 10 月 25 日止，由地下水觀測井定期觀測資料顯示，計畫區內地下水位變化約在 1 公尺左右。計畫區內上游地下水流方向大致由東南流向西北與河川水流方向相同，在中下游因受到南側高階台地影響，地下水流向由南側往流向北側。人工湖上游沿河畔地下水位變化主要

受到河川川流水影響，人工湖中下游沿河畔之地下水位變化則受到河川川流水與地下水流場所影響。計畫區內的含水層厚度大約 4 公尺，屬於淺層含水層。受到降雨之天然補注計畫區內地下水位於降雨期間明顯升高。

(二)水文地質調查

於人工湖中心點位置設置 1 孔井管直徑 6 英吋抽水井(DP-96-01)與 3 孔井管直徑 2 英吋觀測井(DP-96-02、DP-96-03、DP-96-04)，首先進行 DP-96-01 抽水井分級試水，依試驗結果共分成四級分別為 0.17 立方公尺/分(10 立方公尺/小時)、0.25 立方公尺/分(15 立方公尺/小時)、0.33 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)、0.416 立方公尺/分及(25 立方公尺/小時)，依據各級水位洩降情況及抽水機的效能，採用流量為 0.33 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)，試驗時間為 72 小時進行定量抽水試驗並觀察水位洩降情形。俟抽水試驗結束後，隨即進行回復試驗。試驗結果可校核抽水試驗結果。分級試水與定量抽水試驗成果如下：

1、分級水試驗結果

(1)抽水井最佳安全出水量為 0.333 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)。

(2)抽水井井效能 Ew=51.22%。

(3)抽水井水井損失 C=0.0043 小時/公尺五次方(hr/m^5)

(4)水層損失 B=0.0903 小時/平方公尺

2、定量抽水試驗結果

以Cooper-Jacob分析方法分析抽水試驗成果，試驗場址水文地質參數如 摘表- 6所示。

摘表-6 抽水試驗分析結果

分析方法： Cooper-Jacob	含水層： Unconfined	含水層厚度： 4.22m

孔號	T(m^2/min)	K(cm/sec)	S
DP-96-01	1.07	0.297222	-------
DP-96-02	3.247	0.901944	0.0188
DP-96-03	3.844	1.067778	0.1691
DP-96-04	2.875	0.798611	0.1524

(三)區域地下水評估

人工湖(一)、(二)湖區地下水流由東南方流向西北方；人工湖(三)、(四)湖區受到高階台地影響，地下水水流方向則由南方流向西北方，各湖區地下水位高程差約 3～10 公尺。未來攔河堰興建後，調查區內地下水位仍可能受到川流水影響。

依據目前水位觀測資料(豐水期)垃圾掩埋場(DW-96-06)水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺與 109.68 公尺，經由地下水流速分析，初步推算人工湖區地下水流速相當緩慢，地下水流向由 DH-96-03、DH-96-04 流向垃圾掩埋場，因監測時間短且無垃圾掩埋場水質資料，建議未來需持續進行水位觀測與垃圾掩埋場水質監測，至少為一年以上並進行污染物傳輸分析，以有效掌握計畫區附近垃圾掩埋場污水與污染物對於人工湖的影響性。

Abstract

According to the “Preliminary Planning for Relocation of the Damsite of Jianmin Reservoir” in 2006 year, to evaluate preliminary planning of Niaozueitan weir in Wu River and estimate the best weir site for water resource from middle to up-stream in Wu River. It is expected that the develpoement of the new water resources system in Wu River will compensate for the shortage of water supply caused by suspension in building Jiammin reservoir. To fulfill the water requirement of the Nantu and Changhui area in 2021 year. In order to achive the goal, to carry on geological and regional ground water investigation related work of Niaozueitan weir in Wu River. The investigation result provides the following plan quotation.

Using aerial photograph interpretation, site investigation, geological borehole, geophysical survey, trial pit and laboratory test methods to carry on the geological investigation. The results of investigation reveal that alluvium is composed of gravel, sand and silty, thickness amounts to 8-14 meters. Under the alluivum is pleistocene Toukoshan Formation or pliocene Cholan Formation, rock characteristic is mainly the composed of interbedded sandstone and shale with thick-bedded sandstone stratum. Bedding plane orientations is rughly N(10°-30°)E/(15°-45°)SE. Ailiao fault created some places surfacial lines of fracture through artificial lake zone 4, it is evaluated a fracture zone according to the results of ERT survey, aerial photograph interpretation, site investigation. The sandstone uniaxial compressive strength is between 3.9 to 113.4 kg/cm^2, the unit weight is between 2.08 to 2.45 t/m^3 and the sandstone had the disintegration phenomenon after the absorbing water. The gravel stratum mining quantity preliminary estimate approximately has 9.46 million cubic

meters. According to the investigation results, the earlier period investigation and the National Expressway No.6 collected literature, engineering geological parameters were summarized.

The artificial lake zone 1 and zone 2 groundwater flow from southeast to northwest. The artificial lake zone 3 and 4 zone are affected by the higher terrace, the direction of groundwater flow from the south to northwest. The groundwater leve are difference of about 3 to 10 metetrs in each artificial lake. If the weir will be built in the future, groundwater leve is still likely to be the impacted by Wu River stream.

Based on the current water level data (the wet period), garbage burial site (DW-96-06) is 107.19 meters and the artificial lake (DH-96-03, DH-96-04) is 113.69 and 109.68 meters respectively. Through the analysis of groundwater flow preliminarily, the groundwater flows slowly from artificial to garbage burial site. Because the groundwater level was observated in the short period and without garbage burial site water quality. It is recommanded to continuously obesrve groundwater level and monitor water quality at last for more than one year and contaminant analysis in order to understand effectively the impact of sewage and pollutants in the vicinity of the garbage burial site on artificial lake.

結論與建議

一、結論

(一)堰址覆土層為礫石層，厚約 8~14 公尺，下伏岩層屬於頭嵙山層香山段岩層，岩性為砂頁岩互層夾厚層砂岩(ss/sh-ss)代表之。堰址附近地區岩層位態大致呈 N(10°-30°)E/(23°-26°)E。人工湖區覆土層為卵礫石層，下伏頭嵙山層香山段、卓蘭層，基盤岩層大致以人工湖區(一)西側邊緣為分界線，西側為上新世之卓蘭層，東側為更新世之頭嵙山層香山段。岩層位態大致為 N(10°-20°)E/(15°-45°)SE。依據本計畫及文獻鑽孔資料之岩盤深度及孔位高程進行岩盤高程分析，並依湖區南側高位階地地形作邊界條件修正，得知湖區沖積層平均厚度約為 6~10 公尺。

(二)本計畫進行航照判釋、現場踏勘、地球物理探測等成果及整蒐集隘寮斷層相關文獻資料，推估 921 地震伴生之隘寮斷層為高角度背衝斷層且形成破碎帶。

(三)岩石力學室內試驗成果顯示調查區內砂岩岩樣單位重介於 2.08~2.45 噸/立方公尺，比重介於 2.66~2.69，含水量 3.7~9.6%，孔隙比介於 0.14~0.37 之間，吸水率介於 5.4~6.1%，多數砂岩岩樣泡水後發生崩解現象。砂岩層單壓強度介於 3.9~113.4 公斤/平方公分。

(四)材料調查的室內試驗成果得之湖區內礫石層粒料的比重介於 2.64~2.70、吸水率 1.10%、單壓強度介於 1192~1971 公斤/平方公分、磨損率介於 14~16.4%，健性耗率介於 2.2~2.6%，皆符合混凝土骨材標準。

(五)地下水位方向呈現與岩盤坡降方向大致相同。人工湖(一)、(二)湖區地下水流方向由東南流向西北；人工湖(三)、(四)湖

區受到高階台地影響，地下水水流方向則由南方流向西北方。人工湖區地下水含水層厚度大約 4 公尺屬於淺層含水層。

(六)依據水位觀測資料(8 月 24 日至 10 月 25 日)，垃圾掩埋場水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺與 109.68 公尺，依據地下水流計算公式，初步推算人工湖區地下水流速相當緩慢，地下水流向由人工湖內 DH-96-03、DH-96-04 流向垃圾掩埋場。

(七)DP-96-01 抽水井安全出水量為 0.333 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)，抽水井井效能 Ew=51.22%，抽水井水井損失 C=0.0043hr/m^5，水層損失 B=0.0903 小時/平方公尺，以 Cooper-Jacob 分析定量抽水試驗，其導水係數（T）為 1.07 平方公尺/分，滲透係數（K）為 0.297 公分/秒。地層透水性相當良好。

二、 建議

(一)本規劃階段以 1/5000 像片基本圖與現地測量孔口高程繪製計畫區地形圖，供初步規劃使用。然因受限於其精度不足，無法得到較精確之分析與評估成果(如岩盤面與原下水位面等高程分析、沖積層與含水層等厚度分析、砂石開採量調查、工程佈置與檢討...等)。建議後續工作項目，可增加基地地形測量工作，以提昇規劃評估之精度，並可供後續工程初設與細設階段引用。

(二)從調查結果研判，人工湖區內隘寮斷層剪裂帶通過西側人工湖，應謹慎注意破碎帶區域及岩層破碎深度。鑑於本計畫調查資料有限，尚無法定量評估斷層對湖區的影響，若欲進一步瞭解斷層位置及深度，建議增加地球物理探測測線，佈設

於斷層剪裂帶兩側，以便掌握斷層帶通過位置、範圍與深度等，再配合地質鑽探(深鑽孔)研判破碎程度，並藉由模擬斷層錯動位移模式，評估斷層對人工湖破壞之影響。

(三)因國道六號通過人工湖區北側及人工湖區(三)、人工湖區(四)，建議針對人工湖區開挖後，評估對國道六號進行安全性影響。此外基地南側高位階地邊坡穩定性可能受人工湖開挖所影響，建議亦針對邊坡穩定問題進行安全評估。

(四)本計畫雖已佈設一定數量之水位觀測井，然因計畫區範圍約 150 公頃，幅員廣大，各鑽井間距約達 500 公尺～1 公里，且多分佈於湖區外側。建議於人工湖區內補充建置地下水觀測井，並埋設自動觀測儀器量測地下水位變化，研究地下水對湖區之影響，並於湖區內增加抽水試驗數量或配合地質鑽探施作現場定水頭試驗，以確實掌握各人工湖區礫石層的透水係數。同時進行滲流分析，分析斷層破碎帶造成漏水情形與封底材料對人工湖封底前及封底後滲流量之影響，以評估封底需求。

(五)地下水污染傳輸條件主要為地下水流速及污染物傳輸流速，依據目前水位觀測資料(8 月 24 日至 10 月 25 日)，垃圾掩埋場水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺與 109.68 公尺，地下水流向由 DH-96-03、DH-96-04 流向垃圾掩埋場。因監測時間為豐水期且觀測時間短，缺乏垃圾掩埋場水質資料，建議持續進行水位觀測至少一年以上，同時進行圾垃掩埋場水質監測分析，以有效掌握計畫區附近垃圾掩埋對於人工湖的影響性。

(六)人工湖初步規劃係以蓄存水源，水資源調配為主，蓄水深度約為 12 公尺，整合岩盤面分析及地形圖，發現除人工湖

(一)、(二)區湖底均屬岩盤面之外，人工湖(三)及(四)區湖底部份未達岩盤，相差約 1~2 公尺，會於礫石層產生滲漏。因岩層滲漏量相較礫石層而言較小，但岩性屬砂頁岩互層夾厚層砂岩層，為避免湖水在局部較厚砂岩層內滲漏，建議湖區仍需考量封底。除於人工湖區底面與開挖邊坡面鋪設不透水性材料外，亦可於人工湖側邊建置阻水牆，減低湖區漏水量。

建表-1 建議後續規劃工作項目總表

		調查項目		數量	目的	備註
近程階段(97年度)	工程地質補充調查	地球物理探測		至少 1200 公尺	推測隘寮斷層位置及深度，確認湖區內的破碎帶。	地電阻探測、震波震測等方式。
		地質鑽探孔 (湖區內)		50 公尺 (2 孔)	調查湖區內地質狀況。	因 96 年度已於湖區(三)、湖區(4)設置鑽孔，欲瞭解湖區內地質狀況，於湖區(一)、湖區(二)各佈設一孔，深度 25 公尺。
		現場定水頭試驗		8 組	測求礫石層滲透係數	每孔 4 組。
		岩石力學試驗	單壓試驗 (含動靜態彈性常數)	4 組	求取單壓強度，動靜彈性常數(楊氏模數、柏松比)	供邊坡穩定分析參數之引用。
			三軸試驗	2 組	剪力強度參數(凝聚力、摩擦角)	
			物理性質試驗	4 組	測求比重、含水量、吸水率、單位種、孔隙比	
		工程地質資料庫建置		1 式	整合前期計畫及文獻資料	96 年度計畫及國道六號文獻等
	區域地下水補充調查及地下水質監測	水位觀測井		80 公尺 (8 孔)	量測湖區內地下水位變化，釐清水流方向	1.配合豐枯水期長期監測資料，以釐清湖區內受高位階地或川流水影響。 2.因 96 年度已於湖區周圍及區內部設置 12 孔水位觀測井，建議分別於湖區(一)、(二)、(三)及(四)分別佈設 1、2、3 及 2 孔。 3.湖區(一)及湖區(二)水位觀測井可利用地質井設置。
		自計式水位計		10 組	長期量測地下水位。 降雨期間地下水位變化。	均佈於湖區內或周圍，以瞭解地下水位變化情形。 以人工方式每半個月定期量測水位。
		地下水質監測		1 式	監測垃圾掩埋場內水位觀測井水質	定期每月監測垃圾場附近水位觀測井水質，應包含豐、枯水期之監測資料。
	分析與評估	滲流分析		1 式	分析封底材料對人工湖區封底前與封底後滲流量影響，評估封底需求。	
		地震危害度分析		1 式	評估地震發生機率	以確定式及機率式方法進行分析
		邊坡穩定分析		1 式	瞭解南側高位階地與國道六號高速公路路堤於人工湖開挖後的邊坡穩定問題	
		封底材料調查		1 式	調查封底不透水材料來源區域、物理性質、滲透係數…等	若需要不透水材料來封底，可調查鄰近地區是否有借土區，以節省經費。

	調查項目	數量	目的	備註
中長程階段(98年度之後)	斷層錯動模擬	1式	透過斷層錯動模擬、湖區破壞模式模擬，以瞭解人工湖結構破壞模式及災害。	依前階段調查斷層位置進行分析。
	地下水污染物傳輸分析	1式	針對垃圾掩埋場地下水污染物質擴散範圍進行評估。	
	地下水質監測	1式	監測垃圾掩埋場內水位觀測井水質。	定期每月監測垃圾場附近水位觀測井水質，應包含豐、枯水期之監測資料。
	自計式水位計	10組	長期量測地下水位。 降雨期間地下水位變化。	均佈於湖區內或周圍，以瞭解地下水位變化情形。 以人工方式每半個月定期量測水位。
	測量工作	1式	地形基本資料建立，以供後續工程設計階段引用	
	地下水位觀測	1式	定期量測地下水位	
	水準(及平面)測量監測	至少20點	監測隘寮斷層是否錯動，造成地表變位。	沿破碎帶周圍佈設，並至遠處引基準點。
備註	中長程計畫調查項目與數量，建議依據近程階段所建置資料與評估結果來擬定。			

第壹章　前言

一、計畫緣起

「烏溪水資源開發分期推動計畫」已於民國 94 年 10 月 25 日奉行政院經建會都字第 0940004270 號函准予備查，依該推動計畫內容之計畫規劃期程及計畫工作項目包括建民水庫壩址上移先期規劃及烏溪流域水源運用規劃檢討，經 95 年檢討建民水庫壩址上移案先期規劃，探尋以低壩型式蓄水之可能壩址可行性及初步評估烏溪中上游最佳堰址方案之水資源開發之可能性規劃成果，續辦理 96 年烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃，以開發烏溪水系新水源，俾填補建民水庫停建後之不足水量，以因應彰化、南投等地區民國 110 年之用水需求。

二、計畫目的

藉由調查計畫堰址及湖區之地質狀況、人工湖區內地下水分佈情形與材料調查，以提供作為攔河堰與人工湖未來工程設計及可行性規劃評估之依據。

三、工作項目與內容

(一)攔河堰址地表地質初步調查

(二)堰址及人工湖地質鑽探

(三)岩力試驗(單壓試驗 10 組)

(四)地球物理探測

(五)地下水觀測井(8 孔，總深度 200 公尺)

(六)抽水試驗

(七)材料調查(試坑開挖 4 孔，試坑尺寸 2 公尺x2 公尺x2 公尺)

(八)報告書編印

四、工作範圍

本計畫區範圍位於南投縣草屯鎮與台中縣霧峰鄉交界處，烏溪橋上游附近，計畫範圍如 圖 1-1所示。

五、工作構想與流程

(一)計畫基本資料

依據經濟部水利署水利規劃試驗所提供資料，主體工程計有攔河堰、引水工程、沉砂池、沈澱池、人工湖等工程。攔河堰長度約 370 公尺，沈澱池庫容約 2x40 萬立方公尺，人工湖初步規劃為 4 個湖區，湖區面積依序為 15.6、35.9、36.6、40.9 公頃，合計 129 公頃，開挖深度預計約 12 公尺。

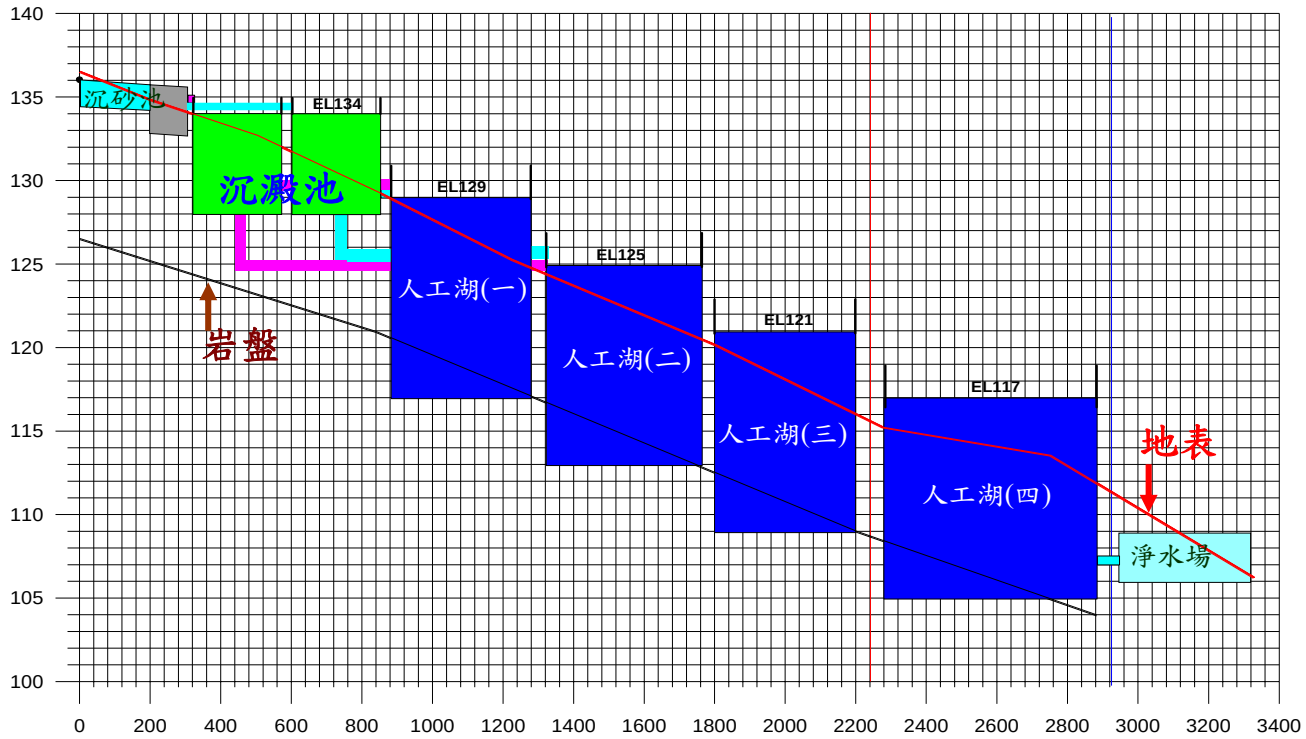
人工湖蓄水區(詳見 圖 1-2所示)現況地表高程介於EL.112～129 公尺之間，上游端至下游端高差近 17 公尺，坡度約為 1/120，為考量人工湖圍堤高度不宜過高、人工湖間高差不宜過大及提升蓄水能力，依現況地形將人工湖規劃為 4 個，人工湖面積由上游至下游依序為 15、35、36、40 公頃。

(二)工作構想與流程

基於上述所列之工作項目與內容要求，本計畫擬定之工作流程繪製如 圖 1-3，並將擬定之工作內容及說明綜合整理如 表 1-1所列。基本資料蒐集以正射影像、航照立體對、地質圖、地形圖、相片基本圖及工址相關文獻等為主，並透過航照判釋與地表地質調查瞭解大區域之地質狀況，再配合地質鑽探井、地球物理探測、地下水觀測井、抽水觀測井及相關試驗等資料，評估調查範圍之工程地質與區域地下水狀況，以提供相關資訊供後續規劃時參考引用，相關調查位置詳見 圖 1-4。


北投新圳灌溉區域
河川治理規畫線
河川區域線
現有堤防及護岸
計畫堤防及護岸
台電電塔
臨峯斷層（中央地調所）
國道六號高速公路
垃圾焚化廠及掩埋場
草屯服務區
烏溪橋
烏溪滯洪池
沈澱池
淨水場
人工湖
國道六號高速公路
台14線
北投新圳取水口
集緣橋
N
W
E
S
公尺
0
500
1000
2000

圖 1-1 本計畫工作範圍



(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所, 2007 年)

圖 1-2 計畫人工湖區初步佈置

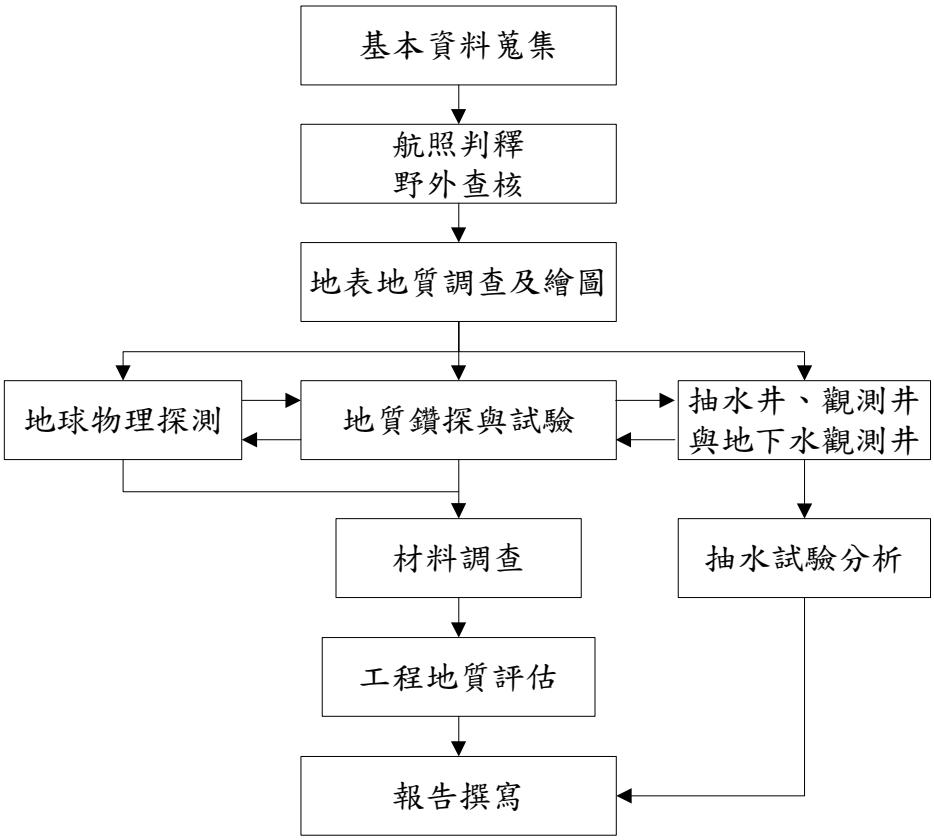


圖 1-3 工作執行流程圖

表 1-1 本計畫擬定之工作項目與內容

服務項目	內容	說明
區域基本資料蒐集	地文、水文基本資料蒐集	蒐集計畫區附近相關之調查資料與報告
地質探查	航照判釋及野外查核地表地質調查及繪圖	底圖 1:25,000，調查範圍包括鳥嘴潭堰址、替代堰址與人工湖周遭
工程地質探查	地質鑽探與試驗(6 孔，共 120 公尺)	鑽孔位置：堰址 2 孔、人工湖 4 孔，總深度 120 公尺。利用地質鑽孔進行 8 組透水試驗，並取樣岩心進行 10 組單壓試驗。
	地球物理探測	1. 2D 地電阻影像(約 800 公尺，至少 4 條剖面)。 2. 1D 地電阻探測(12 點展距 200 公尺，共 2400 公尺)。 3. 震波探測(展距 1,005 公尺)，依據探測目的為地層側向變化，選擇折射震測。
	材料調查	試坑開挖 4 孔，試坑尺寸 2m×2m×2m，包含比重、吸水率、單軸抗壓強度、洛杉磯磨損試驗、健性試驗及細粒料鹼性反應試驗。推估可開採數量。
	工程地質圖繪製	底圖 1:5,000，繪製堰址與人工湖區之工程地質圖與剖面圖。
	工程地質評估	依據現勘、材料調查、地球物理探測與地質鑽探結果，進行工程地質評估
區域地下水調查	地下水觀測井(12 孔共 200m)	依據當地地形與推估地下水流向，於人工湖範圍佈設 12 孔地下水觀測井。
	*抽水井(2 孔，25m)	預計在人工湖中心點位置，開鑿 1 孔直徑 6″，深度 10 公尺的抽水井，進行抽水試驗 1 處。另於東側人工湖上游處，開鑿 1 孔直徑 6″，深度 15 公尺**。
	*觀測井(6 孔，共 63m)	為配合抽水試驗，於抽水井附近適當位置，佈設 3 孔，總深度為 33 公尺的觀測井，觀測抽水試驗時，地下水位的變化情形。另於東側人工湖上游處佈設 3 孔，總深度 30 公尺的觀測井**。
	抽水試驗與分析	進行抽水試驗與分析
工作簡報與報告編撰	期初、期中、期末簡報及不定期工作會報報告編撰	

備註：*依據主辦工程司需求，鑽孔深度達到岩盤下 2m 之後即停止。

**該處不進行抽水試驗。

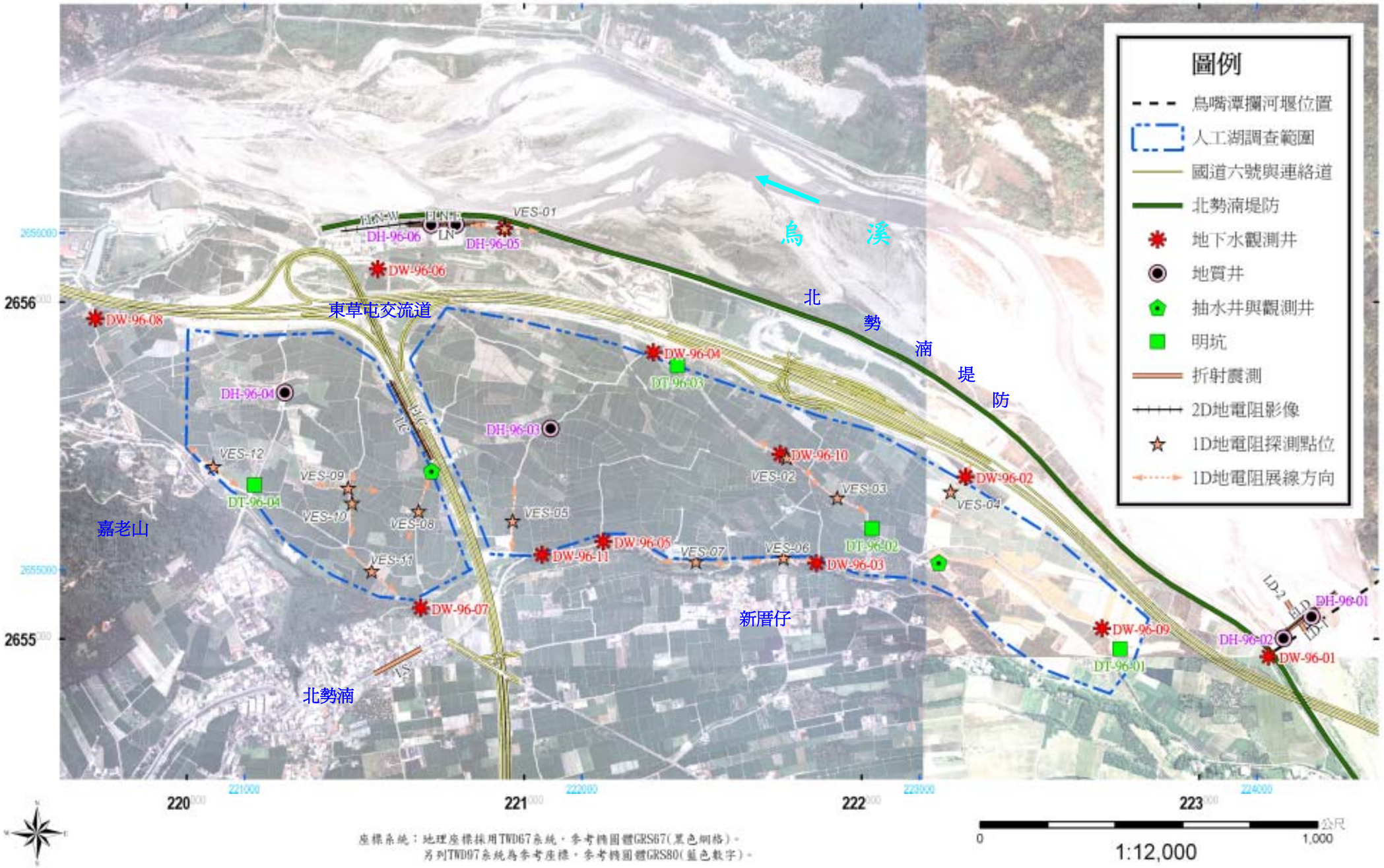


圖 1- 4 本計畫調查位置圖

第貳章　基本資料蒐集

本章主要說明調查區域基本資料之蒐集，而現階段蒐集之基本圖幅列於 表 2-1。以下小節針對調查區附近之地理位置、地形地貌、區域地質及相關文獻成果資料整理說明。

表 2-1 與調查區相關之基本圖幅

資料種類	圖幅編號	用途	資料來源
經建版地形圖(1/25,000)	9521-III SE、9520-IV NE	調查區地形、交通、水系等	內政部地政司
像片基本圖(1/5,000)	9521-3-098、9521-3-099、9521-3-100、9520-4-008、9520-4-009、9520-4-010	調查區地形、交通、水系與土地利用等	林務局農林航空測量所
彩色正射影像圖數值檔	9521-3-098、9521-3-099、9521-3-100、9520-4-008、9520-4-009、9520-4-010	土地利用、作業底圖	林務局農林航空測量所
彩色航空照片數值檔	95R045_092、093、132、133、134、135	航照判釋	林務局農林航空測量所
地質圖(1/50,000)	臺中、南投圖幅	地質調查與分析	經濟部中央地質調查所

一、地理位置

烏溪(又名大肚溪)位於台灣西海岸中部，屬中央管河川，發源於中央山脈合歡山西麓，東以中央山脈為界，北鄰大甲溪流域，西臨台灣海峽，南鄰濁水溪流域，集水區地勢自東北向西南傾斜，幹流全長約 119.13 公里，流域面積為 2,025.6 平方公里，河床平均坡降為 1/92，幹流流域兩側支流密佈，包括筏子溪、大里溪水系、貓羅溪、北港溪及眉溪，流經台中縣龍井鄉、大肚鄉、烏日鄉；彰化縣伸港鄉、和美鎮、彰化市、芬園鄉及南投縣草屯鎮、國姓鄉與埔里鎮等行政區域。

鳥嘴潭攔河堰與人工湖區預定位置如 圖 2-1所示。攔河堰預定位置位於烏溪中游河谷，行政區上屬於草屯鎮中原里，通達本

堰址之路徑有二；從國道三號高速公路霧峰交流道下，銜接台三線往草屯方向，由烏溪橋南端北勢湳堤防往上游行，即可到達；另一為沿台 14 線號公路往埔里，於炎峰橋前方即下河谷，順北勢湳堤防往下游走到達堰址處。人工湖區位於烏溪南岸，堰址西南方之堆階台地上，北側有國道六號高速公路通過。國道六號刻正興建中，其東草屯交流道聯絡道縱走於人工湖區內，將人工湖區範圍一分為二。

二、地形地貌

依據農林航空測量所 1/5,000 像片基本圖，並配合現場測量鑽孔高程調整，繪製計畫區地形圖，如 圖 2-2所示。本計畫調查面積約為 24 公頃。人工湖調查區為狹長形，位在烏溪左岸，長約 4 公里，寬約 1 公里，面積約 145 公頃。調查區內有國道六號高速公路興建中，人工湖位於國道六號南側，其東草屯交流道縱走於人工湖區內，本計畫將人工湖依東草屯交流道做為東、西側人工湖之區分，交流道以東稱為東側人工湖，包括人工湖區(一)至(三)、沉砂池及沉澱池(面積約為 100 公頃)，以西則為西側人工湖，涵蓋人工湖區(四)及淨水場(面積約為 45 公頃)。

烏溪河道於本堰址處之河川流路大致呈東南-西北流向，形成一河階地形。調查區周遭北倚鉅山及萬斗六山，南瀕草屯臺地，東臨鳥嘴潭谷地，西有烏溪橋，地勢東高西低。除烏溪北岸之鉅山、萬斗六山及南側草屯臺地之地勢較為高聳之外(高程約在 250 公尺至 350 公尺)，計畫區內地形高程約介於 105 公尺至 140 公尺之間；調查區北側烏溪右岸山壁常年受到河川不斷地沖刷、侵蝕，形成陡峭山壁，左岸則為河川沖積物所形成的沖積平原與河階地。

堰址位於台三線烏溪橋上游約 6 公里處之鳥嘴潭，上游 300

公尺為國道六號(8K+400~8K+890)之橋墩，堰址河床高程約為135公尺，河寬約380公尺，右岸為河川沖刷之峭壁。

人工湖區域為一河川沖積層或礫石階地堆積層，其南側地勢明顯為一上升高位階地，北側緊臨國道六號高速公路(4K+440~8K+000)，地勢東高西低，高程介於110公尺至135公尺，平均坡降約為1/120，其西側人工湖地勢較東側人工湖較為平緩；東側人工湖高程介於115公尺至135公尺，平均坡降為1/100，西側人工湖高程介於110公尺至115公尺，平均坡降為1/200。土地利用多為農田耕作，作物以水稻田居多，水利設施及灌溉圳路發達。

三、區域地質概況

依經濟部中央地質調查所發表之地質圖-臺中圖幅與南投圖幅，堰址右岸出露岩層為更新世頭嵙山層香山段，人工湖區域則為一沖積層或礫石階地堆積層，下伏卓蘭層、頭嵙山層香山段。區域內主要地質構造為車籠埔斷層，位在計畫區西側5.4公里，另一背衝斷層-隘寮斷層通過計畫區(詳見 圖 2-3)。臺中圖幅中將隘寮斷層以紅色虛線示之，為921集集地震產生之地表破裂線。而南投圖幅則以黑色實線表示其為斷層。從圖中可見隘寮斷層所標示位置與臺中圖幅之921集集地震之剪裂帶相互銜接。茲將計畫區域周遭之地層分佈與地質構造說明如下，

(一)地層

計畫區附近出露地層由老至新依序為上新世卓蘭層、更新世頭嵙山層、全新世之階地堆積層與沖積層等。

1、卓蘭層(Cl)

本層岩性是青灰色至淡灰色泥質細粒至粗粒混濁砂岩、

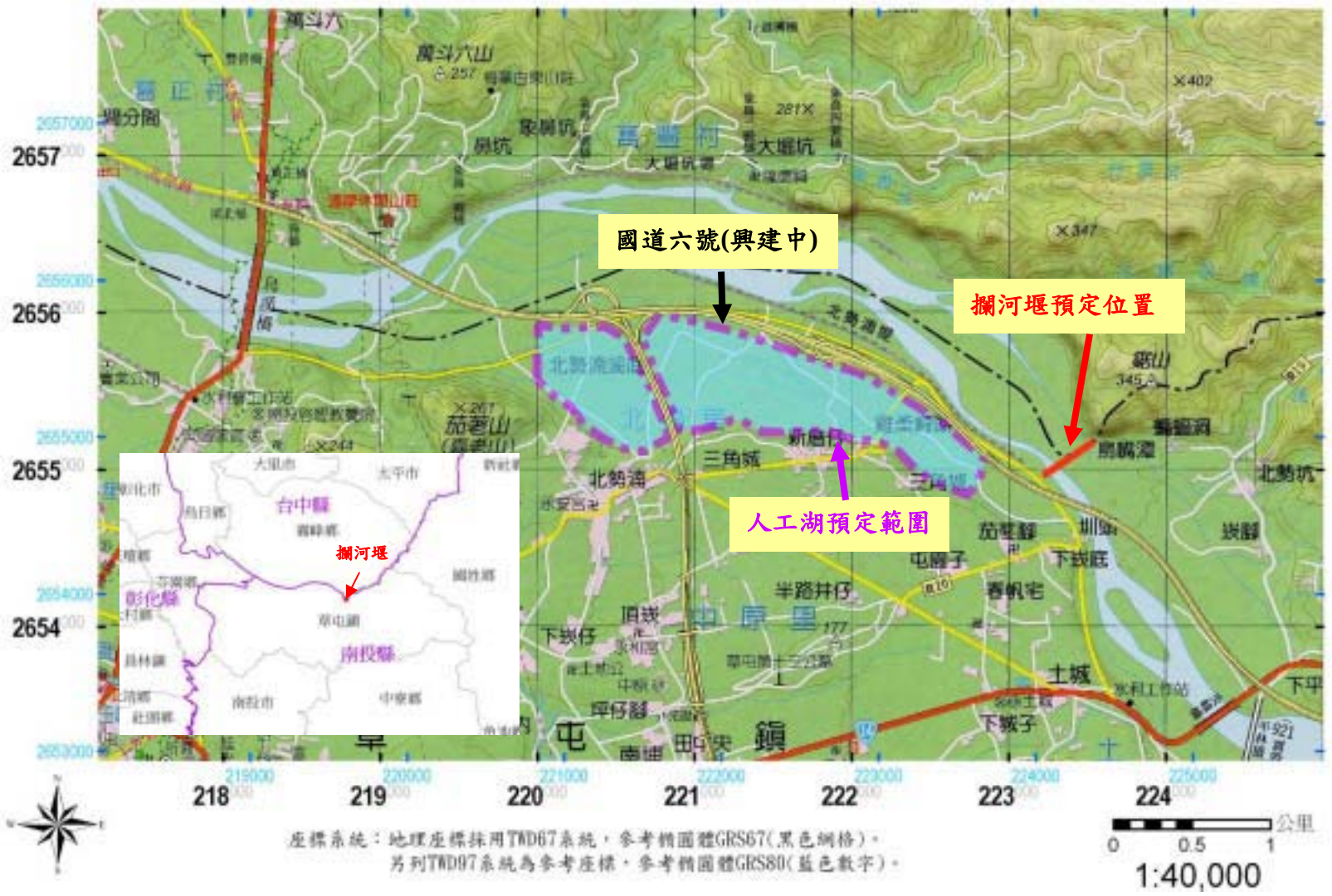


圖 2-1 計畫區域地理位置

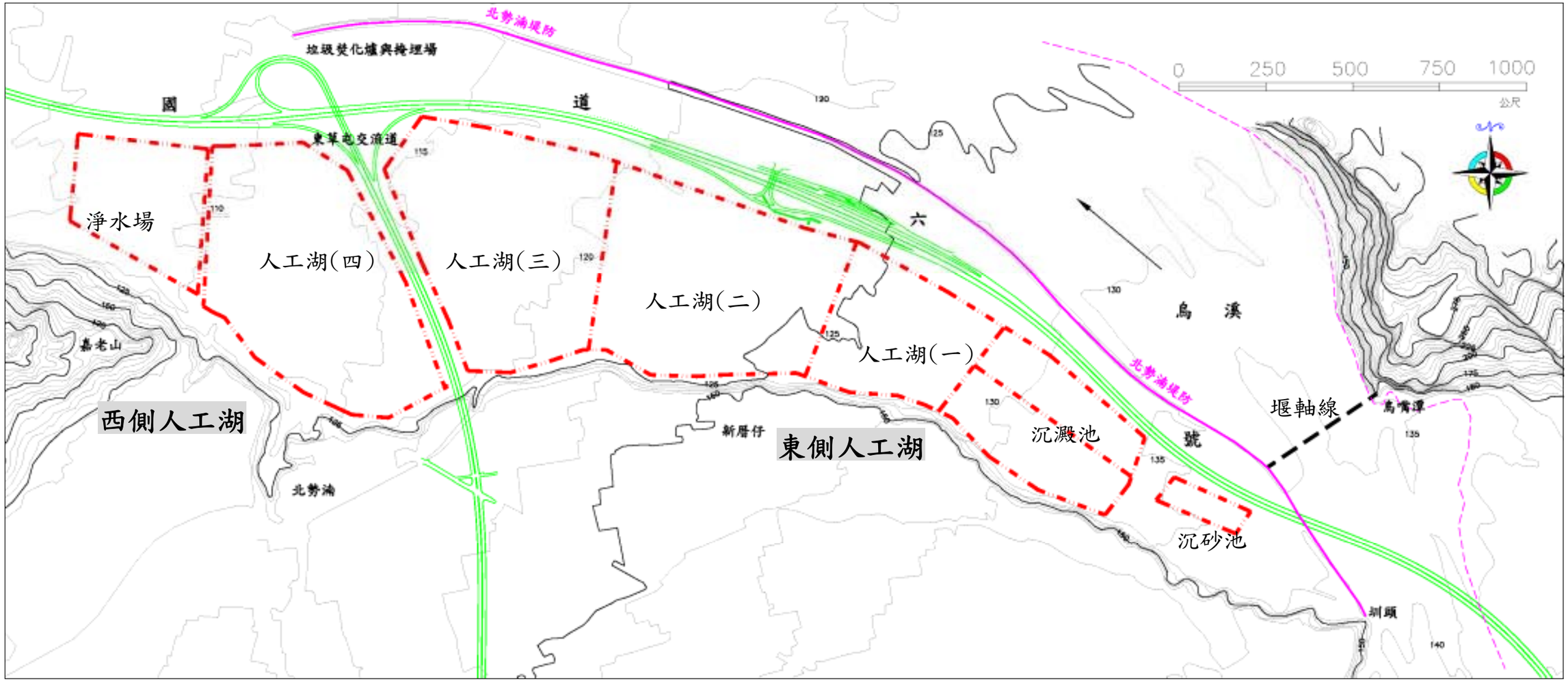

北勢湳堤防
垃圾焚化爐與掩埋場
國
道
東草屯交流道
六
淨水場
人工湖(四)
人工湖(三)
人工湖(二)
人工湖(一)
西側人工湖
東側人工湖
嘉老山
新厝仔
北勢湳
沉澱池
沉砂池
烏溪
北勢湳堤防
堰軸線
烏嘴潭
號
圳頭
0
250
500
750
1000
公尺

圖 2-2 計畫區域地形圖

粉砂岩，砂質頁岩及砂頁岩互層所組成，下部以砂質頁岩與砂頁互層為主，向上則砂岩比例逐漸增加，砂岩單層厚度約10-50 公分，部份砂岩常複合形成 1-2 公尺的厚砂岩。其中間夾有十數個厚約 5-20 公尺的厚層砂岩段。由於砂岩質地較堅硬，抗風化能力較強，故常形成明顯的豚背脊地形。砂岩的沉積構造以平行層理、低角度交錯層理、圓丘狀交錯層理、大型交錯層理、波狀與壓扁狀層理為主。此外，尚有崩移構造及荷重造成的球枕狀構造等次生沉積構造。夾於砂岩中的砂質頁岩呈灰黑色，層厚多為 20 至 50 公分，亦有厚層頁岩(5 至 8 公尺) 夾於塊狀砂岩間。

2、頭嵙山層(Tks,Tkh)

本層下部是以砂岩為主，上部是以礫岩為主。下部砂岩的岩性是以厚層淡灰色膠結不良的粗粒砂岩為主，常形成厚約數十公尺的複合型砂岩，砂岩中常夾有礫石，或其間夾有薄層礫岩層。砂岩內常出現大型交錯層及漂木，在厚層砂岩之間尚夾有 3 至 50 公尺不等的砂頁岩互層。至於本層中的礫岩層常呈塊狀，且構成峻峭懸崖或鋸齒狀山嶺。礫石一般呈圓形至次圓形，礫徑以中礫(cobble)為主，成份則以石英砂岩最為常見。礫石排列常無規則，部分可呈壘瓦狀構造。此外，礫岩層中常夾有透鏡狀或平板狀的薄層細粒至粗粒砂岩。礫岩層厚度從十餘公尺至數十公尺不等，最厚可至數百公尺。

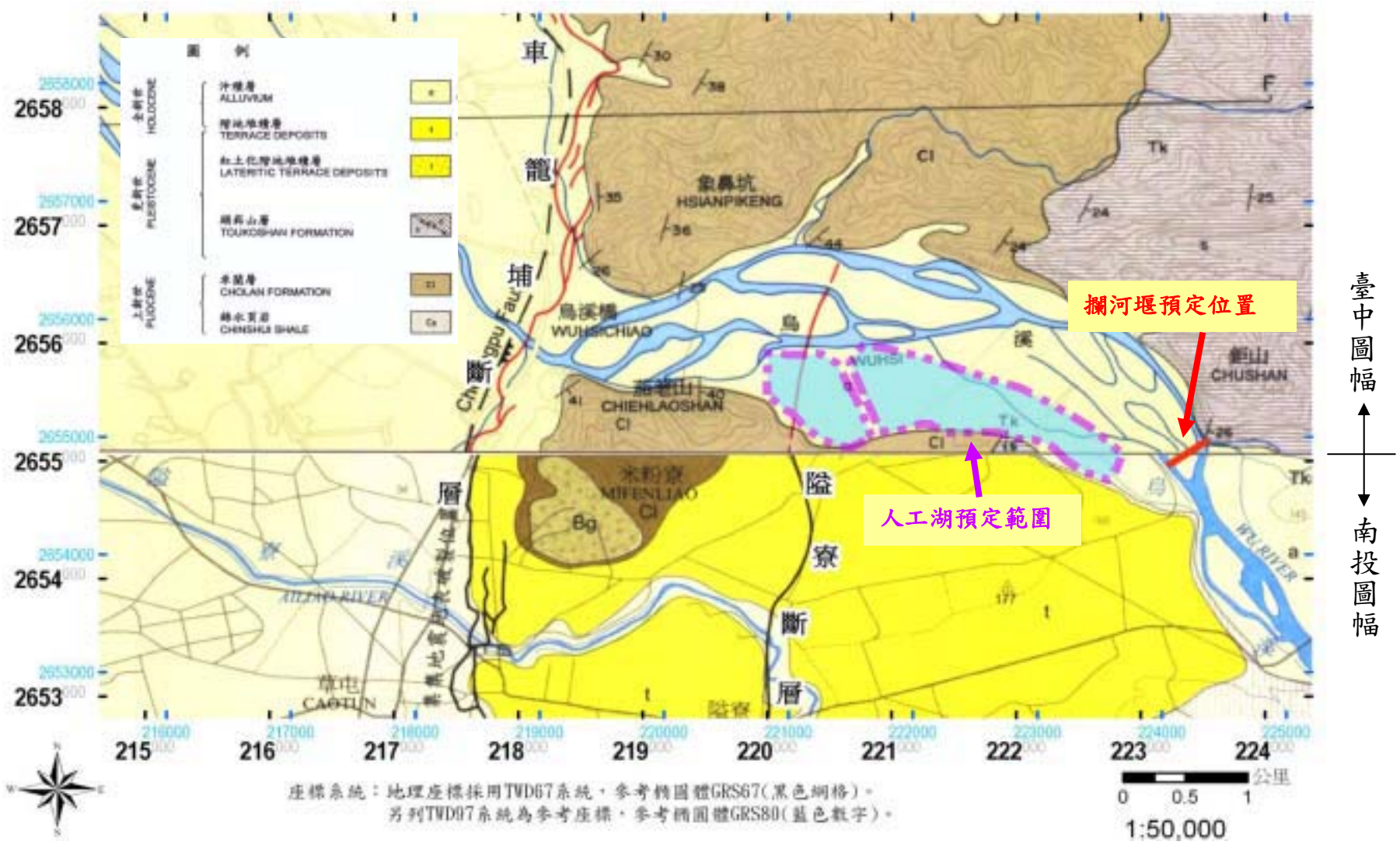
3、階地堆積層(t)

由未經膠結的礫石為主，間夾透鏡狀薄層砂，淘選度差。未受紅土化作用影響。推估為晚期更新世。臺地堆積厚自數公尺乃至十餘公尺，普通多構成一薄層，覆蓋於較古地

層之上。但在臺地面積延展甚廣地區，此項表面堆積物常將其下伏地層及其所表現構造現象掩蓋，影響地層露頭之完整出現。臺地礫石大小不等，粗細相混分級至劣，有時可見交錯互層出現．其礫石均來自各河流上游兩側出露之岩層，仍以較堅硬之砂岩為主。礫石層一部份為古河床之遺跡，另一部份為支流進入主流處發生之沖積扇，經陸地抬昇而造成廣大臺地。

4、沖積層(a)

現代沖積層指各河道及洪泛區之堆積物，主要由泥、砂及礫石組成，淘選差，各地厚薄不一。



資料來源：中央地質調查所

圖 2-3 區域地質圖

(二)地質構造

調查區周遭主要之地質構造為車籠埔斷層及隘寮斷層，依中央地質調查所活動斷層分類，車籠埔斷層屬於第一類活動斷層，斷位置詳見 圖 2-3。

隘寮斷層位置除中央地質調查所資料之外，並參閱國道新建工程局(2001)，「國道中橫公路霧峰埔里段工程設計-細部設計(大地工程調查鑽探、取樣及試驗報告) 」，斷層位置在中央地質調查所繪製之東側約 550 公尺處，通過國道六號 5K+495 附近。

1、車籠埔斷層

為臺中盆地與豐原、南投兩丘陵的交界線，自豐原至名間，呈南北走向，長約 50 公里。車籠埔斷層兩側地層接觸關係為錦水頁岩逆衝覆蓋在較新的地層之上，且為三義逆掩斷層向南的延伸（Meng, 1963）。林朝棨（1957）觀察到更新世形成的河階面受此斷層的引曳而向西下撓（down-warping），因而推斷此斷層及臺中盆地均形成於更新世晚期。地表調查與重力測勘推斷車籠埔斷層為低角度逆掩斷層（Lee, 1949; Pan, 1967; Chang, 1971）。張錫齡並認為此斷層的斷層面向東傾斜 40°且延伸至地表，並沿著臺中盆地東緣南北延伸。

車籠埔斷層沿線出現多處地表斷裂、隆起現象，依據國道新建工程局 (2001)現地勘查發現，東側上盤岩體隆起 2 公尺~3 公尺，局部可見 5 公尺之垂直位移量及 6 公尺左右之水平位移量，其位置約通過國道六號計畫路里程 2K+905。近烏溪橋附近河床及南北側丘陵均有連續且完整之岩盤露頭，以中低角度傾向河床上游(N45°~50°E,40°~50°E)，主要節理以

中高角度傾向河床南岸(N25°W,60°S)(國道新建工程局，1999)，詳見 圖 2-4所示。

2、隘寮斷層

經查詢中央大學應用地質研究所活動斷層查詢系統，並無隘寮斷層相關位置(詳見 圖 2-5)，參酌經濟部中央地質調查所台灣活動斷層圖(2000 年版)-車籠埔斷層位置(詳見 圖 2-6所示)，隘寮斷層為車籠埔斷層所伴生之背衝斷層，並歸類為第一類活動斷層。

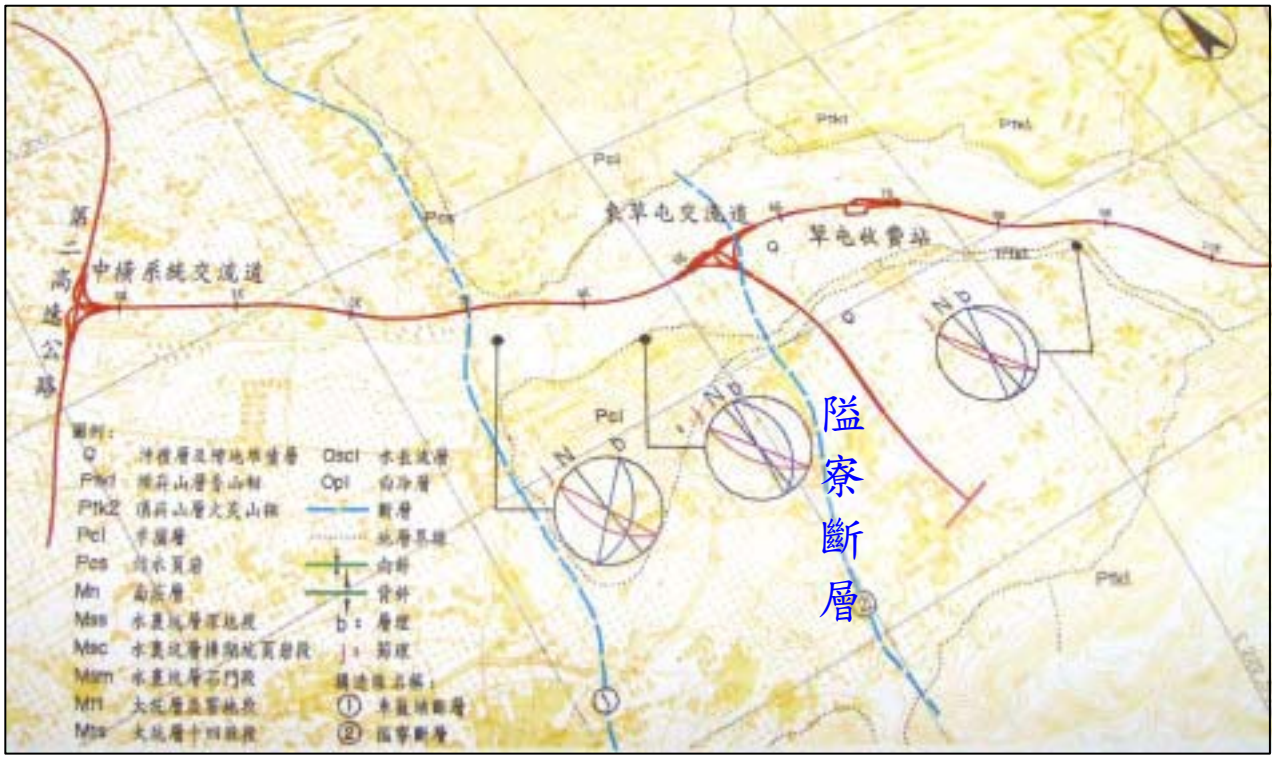
本斷層係由石再添等人(1985)研究車籠埔河階群地形面時提出之斷層線，其特徵為四個地形面上之反斜斷層小崖，線型呈南北走向，略與車籠埔斷層平行，長約 3.5 公里。

集集地震除了在草屯造成多條分支斷層外亦在東方約 2 公里隘寮地區造成西高東低之撓曲崖。太田陽子（2000）經由草屯河階群階面的比對，發現草屯地區的斷層和隘寮地區的斷層，二者間的崖高有一定之關係，分別以主要斷層（main fault）和副屬斷層（subsidiary fault）來分稱草屯地區及隘寮地區之斷層。

經濟部中央地質調查所活動斷層報告-車籠埔斷層(烏溪以南)指出，在草屯階地上隘寮地區，集集地震所造成西高東低的崖被稱為背衝斷層（backthrust），但實際上地表未產生破裂現象，而是形成撓曲崖，此崖稱為隘寮斷層。又車籠埔斷層的前緣可能發展出數條分叉斷層（branch fault），而隘寮地區之撓曲崖可能為地表下的背衝斷層所造成，但斷層前緣並未穿出地表，而是形成類似單斜的撓曲崖。圖 2-7為車籠埔斷層帶內次要斷層與背衝斷層可能形態，背衝斷層並未延伸至地表。CFZ為車籠埔斷層帶，Cs為錦水頁岩，Cl為卓蘭

層，Tk為頭嵙山層。

國道新建工程局(1999)依據中油公司於附近之鑽油井資料(1951)推斷隘寮斷層係屬中新世桂林層或上新世錦水頁岩及卓蘭層逆衝至第四紀頭嵙山層或火山岩相礫岩或階地堆積層與河床沖積層上，斷層向東傾斜 25 至 45 度。



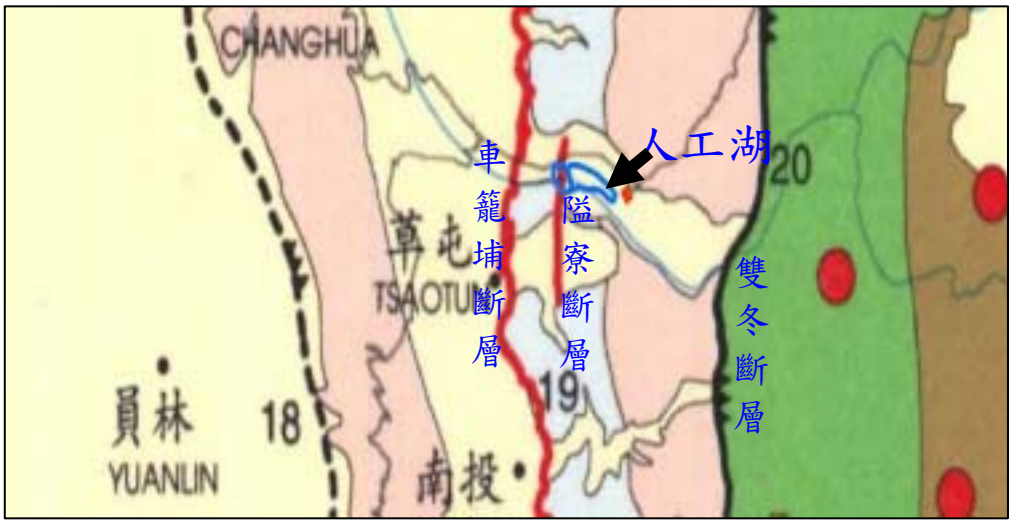
(資料來源：國道新建工程局，1999 年，「國道中橫公路霧峰埔里段工程設計－大地工程調查地表地質調查報告)

圖 2-4 主要弱面平面投影圖



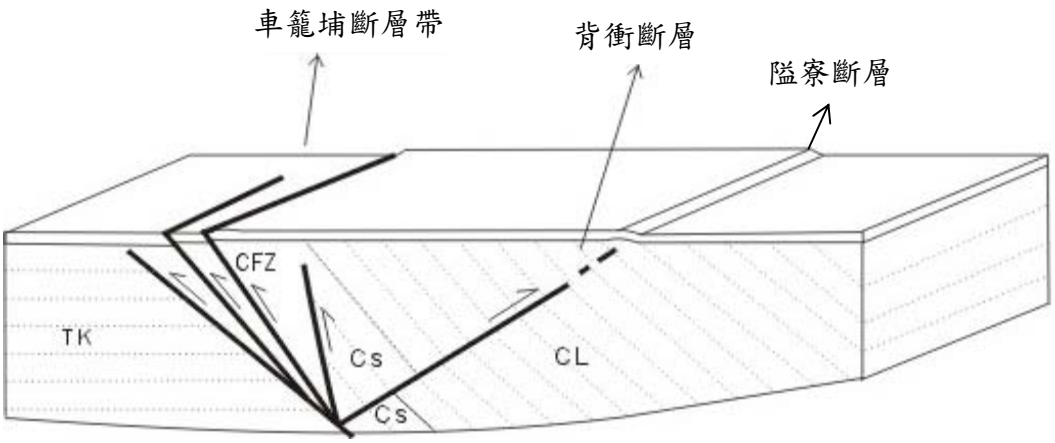
註：編號 6 為大茅埔-雙冬斷層，距離攔河堰 6.3km；
編號 26 為車籠埔斷層，距離攔河堰 5.4km
(資料來源：中央大學應地所網頁)

圖 2-5 計畫區附近活動斷層分佈圖



資料來源：經濟部中央地調所

圖 2-6 臺灣活動斷層分布圖-車籠埔斷層(2000 年)



(資料來源：中央地質調查所-「活動斷層報告-車籠埔斷層(烏溪以南)」)

圖 2-7 隘寮地區地層構造示意圖

四、既有調查成果整理

計畫區鄰近鑽孔資料來源主要為有二：一為經濟部水利署水利規劃試驗所(2006 年)「烏溪水源開發-建民水庫壩址上移先期規劃暨流域水資源運用規劃檢討-壩堰址地質調查」於堰址附近進行鑽探之鑽孔，另一為國道新建工程局委託中興工程顧問公司執行之「國道中橫公路霧峰埔里段工程設計」乙案，從規劃階段至細部設計階段中，位於本計畫區域鄰近之鑽孔。茲將收集資料整理如 表 2-2所列，並詳述於以下小節：

(一)鄰近計畫區域相關地質鑽探、試驗及試坑資料

1、水利規劃試驗所(民國 95 年)堰址鑽探孔 DH-95-05

水利規劃試驗所曾於去年針對烏嘴潭堰址進行鑽探，鑽孔編號為DH-95-05，鑽孔位置詳見 圖 2-8，鑽探深度為 20 公尺，鑽孔高程為 143.0 公尺，地下水位高程為 138.3 公尺，岩盤深度為 13.9 公尺。礫石層厚度 13.90 公尺，岩盤岩性以灰色砂岩為主。

2、國道中橫公路霧峰埔里段工程設計(民國 85 年、88 年、90 年)鑽探孔與明坑

國道新建工程局分別於民國 85 年、88 年、90 年針對國道六號沿線分別進行規劃階段、初步設計階段與細部設計階段之地質調查。因國道六號約 4K~9K 通過調查區北側，相關調查資料對本計畫提供了豐富之資訊。

表 2-2 相關文獻鑽孔位置

區域	孔號	鑽孔座標(TWD67)		孔口高程	鑽孔深度	卵礫石層	岩盤高程	調查時間
		E(m)	N(m)	(m)	(m)	厚度(m)	(m)	
堰址上游	PA-3	223371.3	2654617.9	143.12	30.00	13.80	129.32	民國85年
	BB-9-3	224023.5	2654656.3	144.79	25.11	8.60	136.19	民國88年
	DB-8-1	223453.8	2654769.0	139.12	30.00	7.90	131.22	民國90年
	DB-8-2	223740.0	2654618.0	142.21	30.00	7.70	134.51	民國90年
	DH-95-05	223250.6	2654873.7	138.30	25.00	13.90	124.40	民國95年
	S-9-1	223344.0	2654748.8	試坑				民國88年
人工湖北側	PA-2	219828.8	2655935.1	106.37	30.00	8.30	98.07	民國85年
	BB-4-3	219458.8	2656090.6	105.05	25.03	10.00	95.05	民國88年
	BB-8-1	222969.0	2655112.2	133.31	20.00	9.00	124.31	民國88年
	BE-5-1	220415.7	2656096.5	112.42	20.03	8.00	104.42	民國88年
	BE-6-2	221544.1	2656049.1	120.28	20.04	7.00	113.28	民國88年
	BE-7-1	222048.2	2655857.8	124.79	20.00	9.00	115.79	民國88年
	DC-6-1	221655.4	2655828.7	120.48	25.00	6.10	114.38	民國90年
	DC-6-2	221831.8	2655735.3	122.02	25.00	6.30	115.72	民國90年
	DC-6-3	221920.6	2655767.1	123.22	25.00	7.50	115.72	民國90年
	S-4-1	219348.9	2656228.0	試坑				民國88年

(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年、90 年。水利規劃試驗所，民國 95 年)

國道新建工程局於民國 85 年在人工湖及堰址附近進行地質鑽探，孔號分別為PA-2 及PA-3，鑽探深度為 30 公尺，地表高程分別為 106.3 公尺及 143.1 公尺。初步設計階段(民國 88 年)在本計畫堰址上游佈設 1 孔鑽孔，其編號為BB-9-3，另佈設試坑 1 處，編號為S-9-1。於人工湖區域北側佈設BB-4-3、BE-5-1、BE-6-2、BE-7-1 及BB-8-1 等 5 孔，另佈設S-4-1 試坑 1 處。細部設計階段(民國 90 年)分別於堰址上游烏溪河床增

設DB-8-1 及DB-8-2 鑽孔，並於東側人工湖區北側增設 3 孔鑽探孔，編號各別為DC-6-1、DC-6-2 及DC-6-3，位置詳如 圖 2-8。

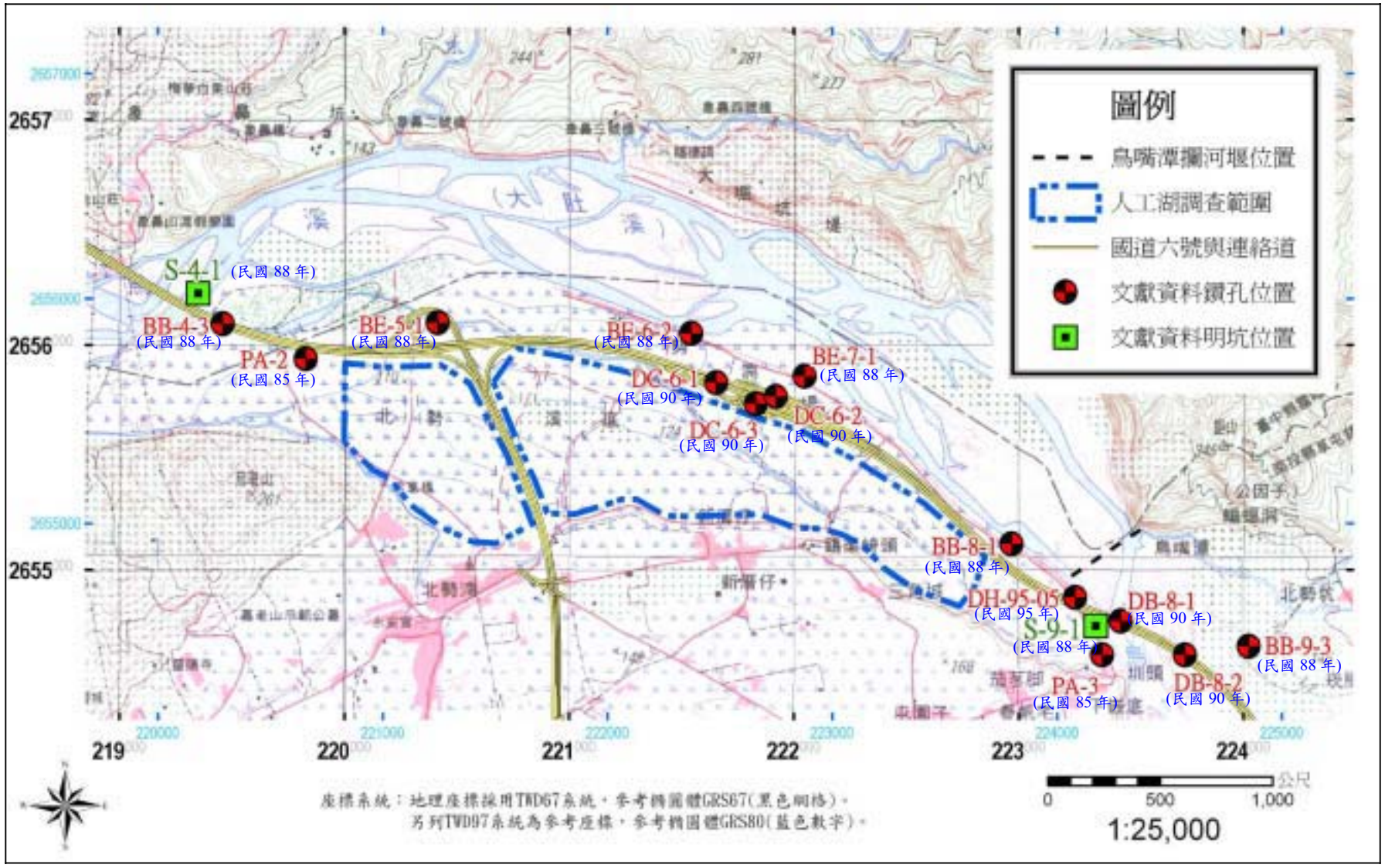
依據鑽探資料成果，卵礫石層厚度在 6.10 公尺至 13.8 公尺不等，而卵礫石層下伏頭科山層香山段或卓蘭層，岩性主要為泥質砂岩、粉砂岩。參酌試坑開挖成果，卵礫石層依統一土壤分類法屬於優良級配夾粉土之礫石(GW-GM)。

3、鑽孔相關岩石力學試驗

既有鑽探孔位所完成之岩石力學試驗項目計有：一般物理性質試驗、岩石單軸壓縮強度試驗、直接剪力試驗及點荷重試驗等 4 項試驗，將各孔試驗項目及數量統計如 表 2-3所列，其中BB-9-3 孔未施作岩石力學試驗，DB-8-2 及DC-6-3 並設置為水位觀測井。各試驗成果如后所列：

(1)岩石一般物理性質試驗

試驗結果(如 表 2-4所列)顯示堰軸上游區域砂岩之比重介於 2.66~2.72，單位重介於 2.31 噸/立方公尺~2.64 噸/立方公尺；人工湖區域內砂岩之比重介於 2.66~2.70，單位重 2.23 噸/立方公尺~2.46 噸/立方公尺；頁岩之比重介於 2.70~2.72，單位重 2.36 噸/立方公尺~2.44 噸/立方公尺。根據吸水率試驗結果，年輕地層(頭科山層香山段、卓蘭層)出現遇水崩解現象。



(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年、90 年。水利規劃試驗所，民國 95 年)

圖 2-8 文獻鑽孔資料位置圖

表 2-3 計畫區域鄰近鑽孔相關岩石試驗數量統計表

區域	孔號	岩石試驗			
		一般物理性質試驗	單軸壓縮強度試驗	直接剪力試驗	點荷重試驗
堰址上游	PA-3	1	1	-	-
	BB-9-3	-	-	-	-
	DB-8-1	2	2	1	-
	DB-8-2	2	2	1	-
	DH-95-05	1	3	-	-
人工湖北側	PA-2	1	1	-	1
	BB-4-3	1	1	-	1
	BB-8-1	1	1	-	1
	BE-5-1	1	1	-	1
	BE-6-2	1	1	-	1
	BE-7-1	1	1	-	1
	DC-6-1	2	1	1	-
	DC-6-2	2	1	1	-
	DC-6-3	2	1	-	-

註：'-'表示無資料

(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年、90 年；水利規劃試驗所，民國 95 年)

表 2-4 一般物理性質試驗分析成果

區域	孔號	岩性	深度 (m)	單位重 (t/m^3)	含水量 (%)	比重	孔隙比	吸水率(%)
堰址上游	PA-03	泥質砂岩	27.75~27.78	2.31	5.2	2.72	-	–
	DB-8-1	砂岩	11.8~12	2.36	8.96	2.67	0.233	–
		粉砂岩	23.9~24	2.32	8.16	2.7	0.259	–
	DB-8-2	砂岩	17~17.2	2.31	8.86	2.67	0.258	–
		砂岩	26.1~26.2	2.34	10.3	2.66	0.254	–
	DH-96-05	粗粒砂岩夾薄泥岩	18.0~18.30	2.64	1.7	2.69	0.04	–
人工湖北側	PA-02	泥質砂岩	12.3~12.4	2.4	5.7	2.67	-	–
	BB-4-3	砂頁岩互層	24.12~24.27	2.44	5.25	2.71	0.168	24hr後崩解
	BB-8-1	砂頁岩互層	9.8~10	2.46	1.9	2.72	0.126	24hr後崩解
	BE-5-1	砂頁岩互層	9.43~9.58	2.43	4.8	2.75	0.186	24hr後崩解
	BE-6-2	砂岩	13.8~14	2.3	3.91	2.72	0.228	7.22
	BE-7-1	砂岩	14.8~15	2.6	2.1	2.68	0.052	5.34
	DC-6-1	砂岩	12.2~12.35	2.39	5.25	2.66	0.171	–
		砂岩	20.85~21	2.23	5.23	2.67	0.26	–
	DC-6-2	頁岩	12.2~12.35	2.42	7.06	2.72	0.203	–
		頁岩	23.15~23.28	2.44	4.78	2.72	0.168	–
	DC-6-3	砂岩	9~9.1	2.4	7.07	2.7	0.205	–
		頁岩	24.25~24.38	2.36	7.7	2.72	0.241	–

註：'-'表示無資料

(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年、90 年，水利規劃試驗所，民國 95 年)

(2)岩石單軸壓縮強度試驗

單軸壓縮強度試驗成果如 表 2-5所列，堰址上游區域岩石之單壓強度介於 2.58 公斤/平方公分~60.5 公斤/平方公分，屬於甚弱岩(Very Weak Rock)至弱岩(Weak Rock)，人工湖北側區域岩石單壓強度介於 1.1 公斤/平方公分~19.5 公斤/平方公分之間，屬於極弱岩(Extremely Weak Rock)至甚弱岩(Very Weak Rock)。

表 2-5 鑽孔單軸壓縮試驗分析成果

區域	孔號	岩性	深度 (m)	單位重 (t/m^3)	含水量 (%)	單壓強度 (kg/cm^2)	破壞應變 (%)	破壞模式
堰址上游	PA-03	泥質砂岩	27.65~27.75	2.31	5.2	37.8	2	–
	DB-8-1	粉砂岩	18.8~19	2.44	7.5	25.9	2.7	–
		粉砂岩	23.35~23.5	2.22	10.5	33.1	3.7	–
	DB-8-2	砂岩	16.8~17	2.35	8.2	60.5	3	–
		頁岩	25.8~26	2.34	7.7	12.5	3.9	–
	DH-96-05	粗粒砂岩夾薄泥岩	15.5~15.8	-	-	2.85	-	–
			17~17.3	-	-	7.49	-	–
			18~18.3	2.64	1.7	51.85	-	–
人工湖北側	PA-02	泥質砂岩	12.45~12.6	2.4	5.7	6.8	1	–
	BB-4-3	砂頁岩互層	20.32~20.42	2.33	3.4	11.7	1.4	沿完整岩心破壞
	BB-8-1	砂頁岩互層	12.89~12.99	2.43	5.1	14.2	1.6	沿完整岩心破壞
	BE-5-1	砂岩	10.8~10.9	2.17	5.6	1.1	1.1	沿完整岩心破壞
	BE-6-2	砂岩	8.85~8.95	2.22	11.4	6.8	2.7	沿完整岩心破壞
	BE-7-1	砂頁岩互層	14.25~14.35	2.36	8.1	4.6	2.5	沿完整岩心破壞
	DC-6-1	泥岩	8.4~8.6	2.29	9.9	3.8	7.8	–
	DC-6-2	砂岩	8~8.15	2.19	11.9	19.5	2.5	–

註：'-'表示無資料

(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年、90 年，水利規劃試驗所，民國 95 年)

(3)岩石直接剪力試驗

表 2-6為砂岩岩樣直接剪力試驗成果，顯示砂岩之基本摩擦角介於 26˚~28˚。

表 2-6 鑽孔直接剪力試驗分析成果

區域	孔號	岩性	深度 (m)	殘餘強度 (kg/cm^2)	殘餘強度（度）	剪力面
堰址上游	DB-8-1	砂岩	19.7~20	0	26.5	基本摩擦角
	DB-8-2	砂岩	20.05~20.3	0	28	基本摩擦角
人工湖北側	DC-6-1	砂岩	15.5~15.8	0	26	基本摩擦角
	DC-6-2	砂岩	18.55~18.8	0	26.5	基本摩擦角

(資料來源：國道新建工程局，民國 90 年)

(4)岩石點荷重強度試驗

點荷重試驗成果如 表 2-7所列，計畫區內砂岩之點荷指數$Is_{(50)}$介於 0.18 公斤/平方公分~2.3 公斤/平方公分，推估的單壓強度介於 4.3 公斤/平方公分~55 公斤/平方公分。

表 2-7 鑽孔點荷重試驗分析成果

區域	孔號	深度 (m)	岩性	點荷重強度指 $Is_{(50)}(kg/cm^2)$	可能單壓強度 (kg/cm^2)
人工湖北側	PA-02	26.5~26.8	泥質砂岩	2.3	55
	BB-4-3	14.75~14.85	砂岩	0.78	18.7
	BB-8-1	21.71~21.81	砂岩	0.9	21.6
	BE-5-1	17.3~17.4	砂岩	0.78	18.7
	BE-6-2	11.02~11.12	砂岩	1.64	39.4
	BE-7-1	10.26~10.36	砂岩	0.18	4.3

(資料來源：國道新建工程局，民國 85 年、88 年)

4、試坑試驗成果

計畫區域內 2 處試坑(S-4-1 及S-9-1)，進行一般物理性質試驗、改良式夯實試驗、加州載重比試驗、單軸壓縮強度重模試驗、三軸壓縮強度重模試驗。其成果如下 表 2-8所列，依據統一土壤分類法，礫石層屬於GW-GM，比重為 2.65，含水量介於 3.2%~5%之間。

表 2-8 試坑材料試驗成果表

編號		S-4-1	S-9-1
一般物理性質試驗	土壤分類	GW-GM	GW-GM
	比重	2.65	2.65
	含水量(%)	5	3.2
改良式夯實試驗	最大乾密度(t/m^3)	1.98	1.98
	最佳含水量(%)	5.4	5.6
加州載重比(CBR)	95%最大乾密度CBR值(%)	45.6	26.6
直接剪力強度重模式驗	凝聚力(kg/cm^2)	0.08	0.07
	摩擦角(度)	34.3	35.1
單軸壓縮強度重模試驗	單壓強度(kg/cm^2)	1.54	-
三軸壓縮強度重模試驗	有效應力(kg/cm^2)	0.04	0.05
	有效摩擦角(度)	34.9	35.2

註：'-'表示無資料

(資料來源：國道新建工程局，民國 90 年)

5、國道六號 3K+000~11K+500 簡化地工參數

國道新建工程局(2001 年)細部設計階段大地工程調查成果顯示，國道六號路線里程 3K+000~11K+500 沿線地層可區分為卵礫石層、砂質頁岩及砂岩等三大層(如 表 2-9所示)，砂質頁岩及砂岩層工程參數依初步設計階段、細部設計階段調查成果獲得岩石的單壓強度、凝聚力、摩擦角及單位重，礫石層則根據細部設計階段於草屯一號、二號隧道(11K+540)礫

石層現場直剪試驗成果及參考鄰近地區卵礫石層地工程參數所獲得(如 表 2-10所示)。

表 2-9 國道六號 3k+000~11k+500 簡化地層地工參數表

層次	深度 (m)	土壤分類	土層描述	γ_t (t/m^3)	E ($10^4 t/m^3$)	N	q_u (kg/cm^2)	c_r/c_p (t/m^2)	ϕ_r/ϕ_p (deg)
1	0-8	GM	礫石夾粗砂	2.1	1.8	>50	-	4	35
2	8-20	SH (SHs)	砂質頁岩	2.6	-	-	200	0/-* 0/100	22/-* 35/40
3	20-25	SS	砂岩	2.5	-	-	1,200	0/-* 150/275	24/-* 40/40

註：'*'弱面強度

資料來源：國道新建工程局(2001 年)

表 2-10 鄰近地區及國道六號(11K+540)礫石層力學參數

分區	採樣場址	材料比例(%)						力學性質					
		礫石	砂	沉泥	黏土	$\gamma_t(t/m^3)$	USCS	$E(t/m^2)$	$c_r(t/m^2)$	ϕ_r(deg)	$c_p(t/m^2)$	ϕ_p(deg)	$q_u(t/m^2)$
台中分區	台中大甲	80	9	7	4	1.97	GP-GM	-	1	28	3	28	-
	台中外埔	80	10	7	3	1.96	GP-GM	-	3	29	3	33	-
	台中分區	82~91	9~15	0~3		21	GP	-	-	-	-	-	1,200~1,900
	南屯分區	84.5	4.4	3.6		2.08	GP	10,000~15,000	-	-	4	37	-
大肚山	台中大肚山	75	10	15		2.1	-	39,000	0	42	3	42	-
	台中大肚山	84	12	4		2.08	GP	12,500	4	28	4	30	-
	大肚山分區	-	-	-	-	-	-	-	2.4	25	3	26	2,000
八卦山分區	彰化芬園	72	22	4	2	2.29	GP-GM	4,350	0	32	2	37	-
	彰化芬園	65	30	3	2	2.31	GP	12,000	0	34	4	37	-
	員林東山	68	26	6		2.21	GP-GM	-	0	37	6	38	-
	芬園林厝坑	81	17	2		2.19	GW	85,000	0	38	2	42	-
	八卦山分區	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,050
國道六號草屯1、2號隧道		-	-	-	-	-	-	-	6.32	37.6	7.92	39.47	-

資料來源：國道新建工程局(2001 年)

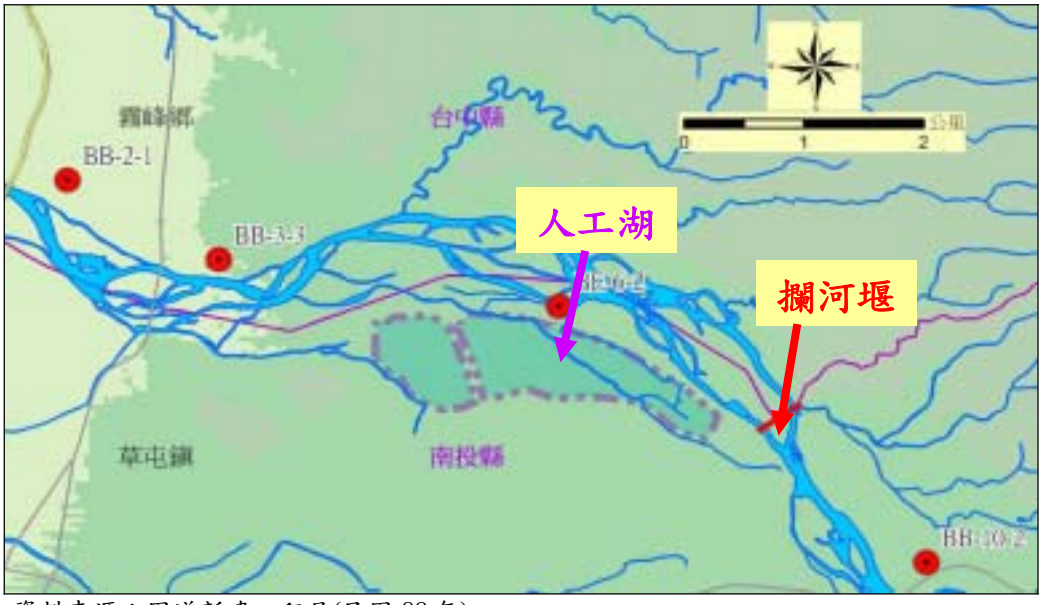
(二)既有地下水調查成果整理

依據國道新建工程局-國道六號工程鑽探資料，鑽孔位置沿著計畫區範圍右岸以上、中、下游均佈的方式設置BB-2-1、BB-3-3、BE-6-2 與BB-10-2 等 4 口水位觀測井，詳細佈設位置與相關資料如 圖 2-9、表 2-11，水位觀測資料如 表 2-12，水位深度與水位高程變化請參閱 圖 2-10。

表 2-11 地下水觀測井資訊

孔號	鑽孔座標(TWD67)		孔口高程 (m)	鑽孔深度 (m)
	E(m)	N(m)		
BB-2-1	217441	2657164	85.43	25.00
BB-3-3	218702	2656463	99.50	25.00
BE-6-2	221544	2656049	120.28	20.04
BB-10-2	224609	2653788	155.48	25.06

資料來源：國道新建工程局(民國 88 年)



資料來源：國道新建工程局(民國 88 年)

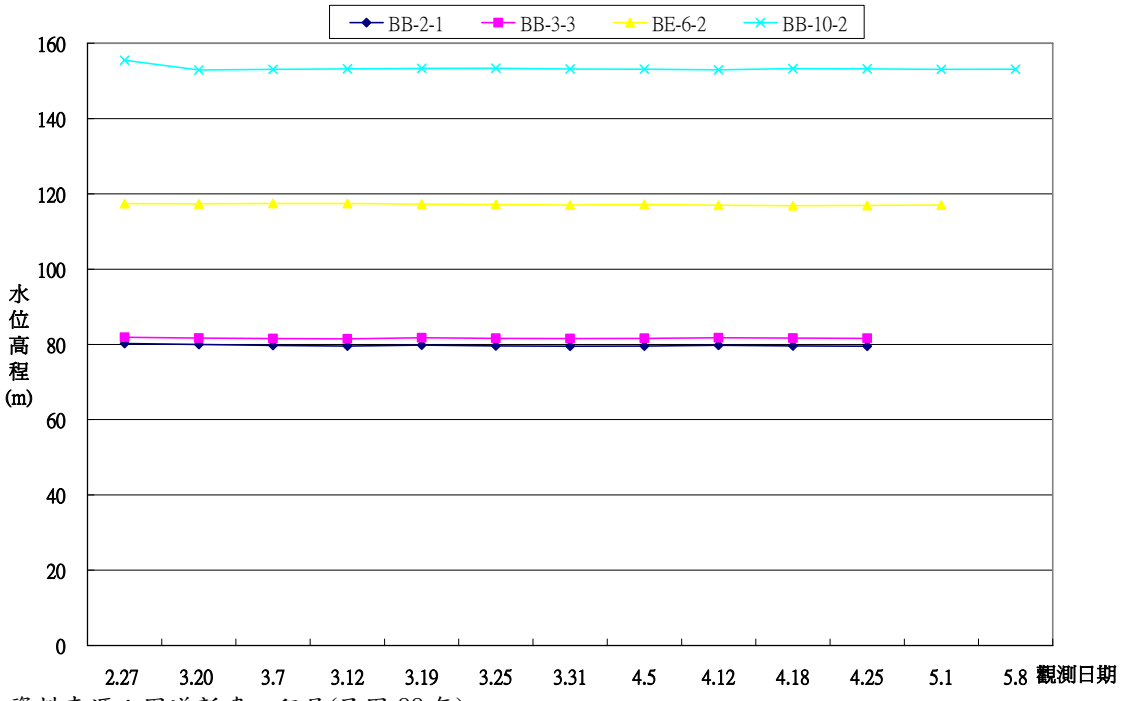
圖 2-9 地下水觀測井位置圖

表 2-12 地下水位高程觀測資料(國道新建工程局，民國 88 年)

孔號		BB-2-1	BB-3-3	BE-6-2	BB-10-2
地表高程		85.43	99.50	120.28	155.48
觀測日期	2.27	—	—	—	152.93
	3.20	—	—	117.38	153.06
	3.70	—	—	117.34	153.20
	3.12	—	—	117.43	153.31
	3.19	80.21	81.89	117.46	153.38
	3.25	79.98	81.68	117.28	153.18
	3.31	79.70	81.54	117.18	153.11
	4.50	79.56	81.47	117.03	152.96
	4.12	79.79	81.76	117.18	153.26
	4.18	79.62	81.62	116.98	153.22
	4.25	79.51	81.54	116.85	153.05
	5.10	79.56	81.61	116.91	153.14
	5.80	79.74	81.75	117.04	—
	5.14	79.60	81.67	—	—
	5.21	79.49	81.59	—	—
平均水位高程		79.71	81.61	117.17	153.15
最高水位高程		80.21	81.85	117.46	153.38
最低水位高程		79.49	81.43	116.85	152.93
水位最大變動範圍		0.72	0.42	0.61	0.45

註：觀測日期為民國88年2月27日～民國88年5月21日止

資料來源：國道新建工程局(民國88年) 單位：公尺



資料來源：國道新建工程局(民國 88 年)

圖 2-10 地下水位高程變化

五、現況環境說明

圖 2-11為本計畫區域堰址及人工湖現況，堰址預定位置北側為近乎垂直之岩壁，有明顯岩層露頭，南側為北勢堤防，堤防高約 6 至 7 公尺，預定人工湖北側目前正在興建之國道六號高速公路，南側為地勢明顯上升之高位階地，將此人工湖圍成一天然屏障。從圖中可見豐水期時烏溪溪水高漲。

人工湖區域為一河川沖積層或礫石階地堆積層，其南側地勢明顯為一上升高階台地，北側緊鄰國道六號高速公路(4K+440~8K+000)，地勢東高西低，人工湖由目前正在興建之東草屯交流道聯絡道路分為東側人工湖及西側人工湖，目前人工湖預定位置土地利用幾乎為水稻田、田埂及小徑、灌溉圳路、水門等設施，地勢平坦。

勘查目前正在興建之工程開挖面及土石堆置狀況，可研判本區域之地質狀況以卵礫石層為主，粘土含量較少，可推估本計畫區礫石層之透水性良好。





攔河堰預定處河床現況



東側人工湖現況



人工湖北側國道六號路堤南方鳥瞰現況



交流道聯絡道路西側現況



攔河堰預定處河堤西南側現況



西側人工湖現況

圖 2-11　現場狀況說明圖

第參章　工程地質探查

本計畫以航照判釋及野外查核、地質鑽孔、地球物理探測及試坑開挖等方式進行工程地質探查，完成數量如 表 3-1所列，佈設位置、施作方法與成果見本章各節。水位觀測井與抽水觀測井相關說明則請參見第肆章。

表 3-1 本計畫工程地質探查數量統計表

調查種類	合約數量	完成施作數量
航照判釋	1 式	1 式
地質鑽探孔	4 孔，120 公尺	6 孔 120 公尺
透水試驗	8 組	8 組
岩石物性試驗	無	11 組
岩石單壓試驗	10 組	11 組
材料調查	4 處(明坑 2m*2m*2m)	4 處
2D 地電阻	800 公尺(至少 4 條測線)	4 條，940 公尺
1D 地電阻	12 點	12 點
震波探測	600 公尺	1,005 公尺

一、地質探查

(一)航照判釋與野外查核

本計畫利用向林務局航測所購置之彩色航空照片，在立體鏡（stereoscope）下作航照判釋。使用之航照判釋素材主要為民國 95 年 11 月 10 日 10 時農林航空測量所拍攝之彩色航空照片，航線名稱 95R045，照片編號 092、093、132、133、134、135 共六張，比例尺約一萬七千分之一。

透過航空照片可以直接觀測到調查區域內的地形與地質的

明確特徵，藉以研判可能存在之地質資料，包含岩性之分佈、岩層之位態、地質構造之線型與延伸情形，以及地形之演化與變遷。本次航照判釋範圍屬沖積台階地地區，且於 921 集集大地震時曾發生地表破裂帶，因此在航照判釋上以文獻資料上所記載之隘寮斷層為觀測重點，除了將中央地質調查所及國道新建工程局所標示之隘寮斷層位置套繪於航照判釋成果圖(見 圖 3-1)外，亦將航照判釋所見之線型特徵，及現地查核所見之地表特徵及湧泉位置做詳細對比，期能對隘寮斷層之性質及確實位置有進一步之瞭解，藉以提供地球物理測線位置佈置及鑽孔位置選擇之參考依據。

本次航照判釋成果(見 圖 3-1)約略可見到一條南北走向之線型，此線型北段與國道新建工程局所標示者相同，但其往南延伸則與其往西偏移不同，而是呈南北向往南延伸，切過高位階地之階地崖，且於高位階地面西側出現一條數公尺高之崖階(見 圖 3-1)，研判可能是隘寮斷層往東背衝所形成之斷層崖，現地查核在高位階地崖坡，位置座標TWD 67(E220555,N2655057)處，發現一處天然湧泉（見 照片 3-1），地層可能受到斷層作用，造成地層抬升之後，阻斷地下水流方向，致使地下水流沿裂縫流到地表。經查訪當地居民，確認並非是排水溝渠之出口，且水質清澈，常有附近居民利用泉水清洗衣物。

另經拜訪草屯鎮北勢里林里長，在其熱心協助下，於現地確認了數處斷層抬昇位置。以 照片 3-2為例，照片左側為草屯垃圾掩埋場，右側為北勢湳堤防，中央為堤防南側道路。在照片中央道路有明顯之抬昇現象，抬昇高度約 1 公尺。垃圾場北側排水溝原本污水流向為東往西流（由照片下方流至照片上方），然受斷層抬昇影響，在斷層西側附近之水改為往東流，

並與原本往西流之污水合流後穿過路面下方與堤防後直接排入烏溪中。將里長於現場指出之斷層位置於實地確認後，將其定位並標示於 圖 3-2。由圖可知其位置恰位於中央地質調查所繪製斷層位置與國道新建工程局繪製斷層位置之間，可能原因為隘寮斷層錯動時在地表之破裂線不只一條。

由本計畫航照判釋成果，隘寮斷層線型於烏溪河床處與國道新建工程局繪製之斷層位置相近，而斷層南側則通過現勘時發現湧泉之處。雖然野外查核時航照判釋斷層線型於現地並不明顯，然經討論後仍有進一步探討之必要，故嘗試以地球物理探測與鑽探等方式予以確認。

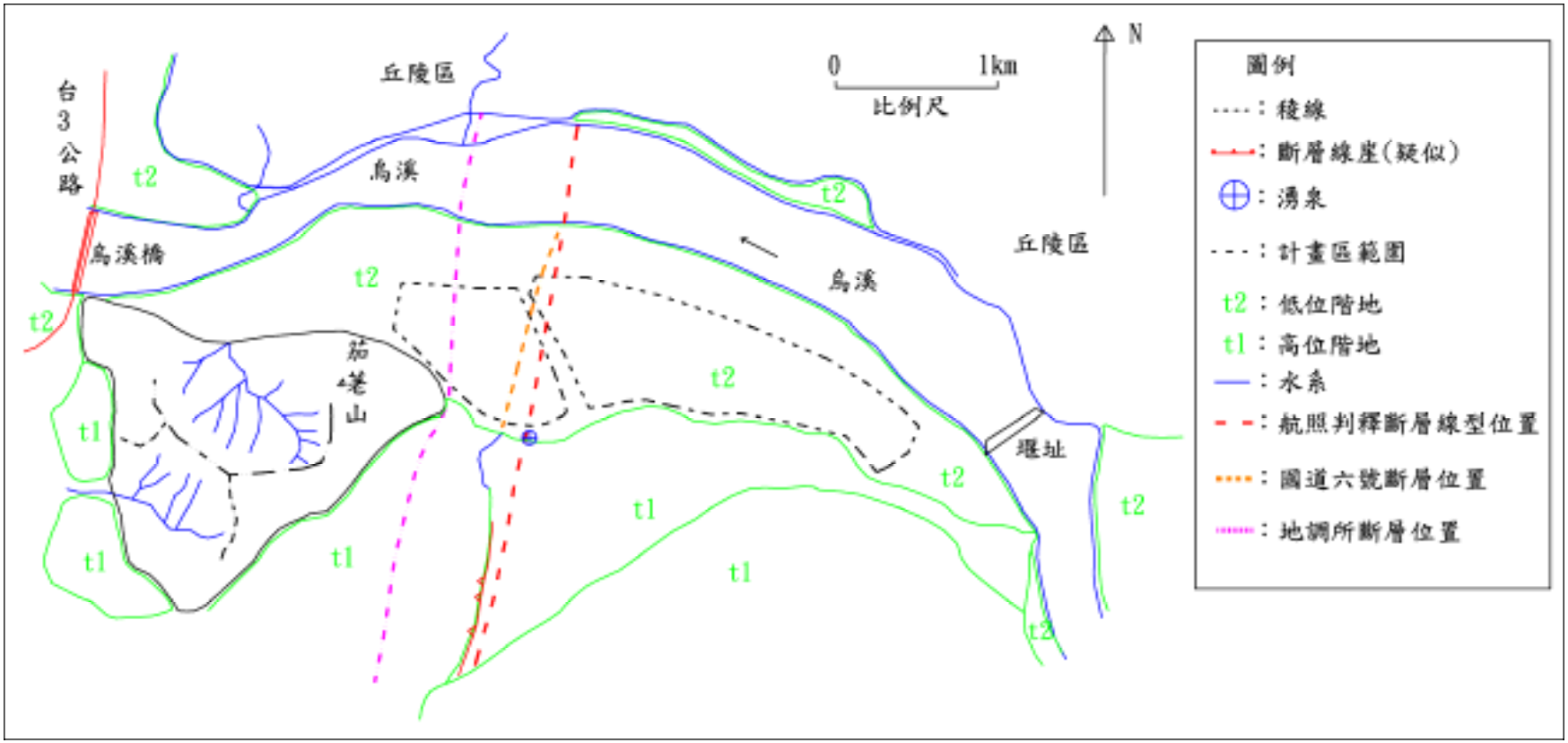

台3公路
丘陵區
烏溪
烏溪橋
t2
t1
筆架山
堰址
0
1km
比例尺
N
圖例
：稜線
：斷層線座(疑似)
：湧泉
：計畫區範圍
t2：低位階地
t1：高位階地
：水系
：航照判釋斷層線型位置
：國道六號斷層位置
：地調所斷層位置

圖 3-1 航照判釋成果圖



照片 3-1 西側人工湖南方高位階地崖坡天然湧泉



照片 3-2 垃圾場旁堤防道路南側受隘寮斷層西側抬昇影響產生高差

(二)地表地質調查

地表地質調查重點以堰址與人工湖周遭岩層露頭為主。烏溪右岸山壁常年受到河川不斷地沖刷、侵蝕，形成陡峭山壁，其露頭完整而連續，對於掌握堰址所處地層甚有幫助。而人工湖區因屬於河川沖積物所形成的沖積平原與河階地，僅能觀測到湖區南側階地崖與嘉老山附近有少數露頭，因此研判此區基盤之岩性及分佈情形仍必須由烏溪右岸岩層露頭之岩性及層面位態予以延伸而得。

本次地表地質調查工作以堰址及人工湖附近二萬五千分之一地形基本圖為底圖，依該地區岩層出露情況及位態延伸繪製區域地質圖示如 圖 3-2。圖中顯示本區出露之基岩層上新世之卓蘭層及更新世頭嵙山層，後者以整合關係覆於前者之上。卓蘭層岩性主要由青灰色至淡灰色細粒至粗粒混濁砂岩、粉砂岩、砂質頁岩及砂頁岩互層所組成，大致而言本區出露之卓蘭層以砂岩及頁岩相互出現為主(見 照片 3-3)，局部地區有厚層至厚塊狀砂岩或頁岩，整體而言砂岩與頁岩比例約 2：1。出露於本計畫區之頭嵙山層屬香山段岩層，岩性以厚層淡灰色膠結不佳的粗粒砂岩為主，常夾有層狀至薄層狀灰黑色頁岩，有時厚砂岩層底部夾有礫石，此為其特徵。本區砂岩與頁岩之比例約為 4：1(見 照片 3-4)，其砂岩量明顯地較卓蘭層為高。

除了基岩外，河道及階地上均堆積有未固結之沖積層，厚度一般在 10 公尺左右，主要組成物質為泥、砂及礫石。

由此區岩層位態推估，人工湖基岩西側屬卓蘭層岩層，東側為頭嵙山層香山段岩層。

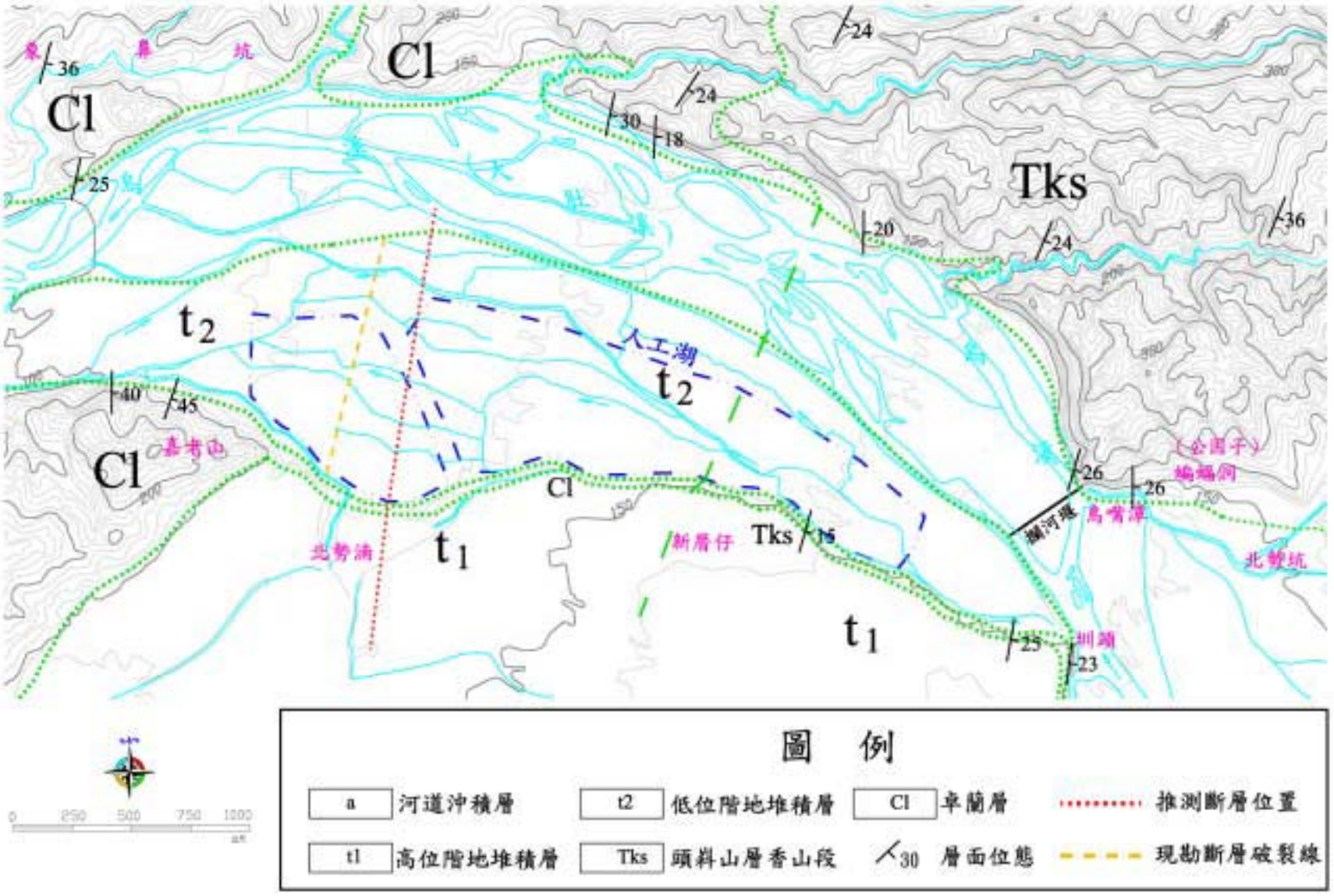


圖 3-2 兩萬五千分之一區域地質圖



照片 3-3 調查區附近烏溪北側卓蘭層砂頁岩互層露頭



照片 3-4 照片 3-3 東側烏溪右岸露頭，岩性為砂頁岩互層夾砂岩層

二、地質鑽探與試驗

鑽探佈設位置係依據調查目的及補足文獻鑽孔資料不足處，並配合地球物理探測測線位置與現場施作可能性來決定最終設置位置。本計畫鑽孔共 6 孔，共計 120 公尺，2 孔位於堰址，2 孔佈設於人工湖區域內，2 孔佈於隘寮斷層兩側。岩層以鋼索取樣法(Wireline Coring)全程取樣(NQ size)，卵礫石層視狀況以鋼索取樣或鑽堡施鑽。另外瞭解岩層的力學性質、水密性，依合約數量施作單壓試驗及透水試驗(Lugeon Test)。為瞭解岩樣之基本物理性質，亦進行岩石一般物理性質試驗。

(一)地質鑽探孔位佈設位置

文獻鑽孔資料（詳第貳章第四節）顯示本計畫區礫石層厚度約 5~12 公尺，靠近河床段約 2~5 公尺，下伏岩層為頭嵙山層香山段或卓蘭層之砂岩層。依據不同調查目的，區分為堰址、人工湖區與隘寮斷層兩側來說明佈設目的與位置 (詳見 表 3-2及圖 3-3)：

1、堰址

為瞭解堰址處地層分佈與特性，在堰軸進行地質鑽探，並施作岩盤透水試驗以瞭解堰址處岩盤之透水性，同時利用所取出之岩心進行一般物理性質試驗與單軸壓縮試驗，以掌握岩盤之工程性質。鑽探所得之地層分佈亦可與折射震測及 2D 地電阻探測成果作整合，獲得到堰址附近連續性之地層剖面。

考量堰軸北側(近烏溪右岸)旁有完整且連續之岩層露頭，地質狀況可直接透過地表地質調查之方式釐清，故將地質鑽探孔分別佈設於堰軸中點與南側(近烏溪左岸)共 2 孔鑽孔，並分別將鑽孔編號為DH-96-01 與DH-96-02，鑽探深度各為 20

公尺，詳細位置見 表 3-2及 圖 3-3。

2、人工湖區

為瞭解人工湖區之地層分佈與特性，於東側人工湖區與西側人工湖區分別進行地質鑽探並進行試驗，東側人工湖區鑽孔編號為DH-96-03，西側人工湖區鑽孔編號為DH-96-04，深度各為 20 公尺。鑽探所得之地層分佈亦可與地電阻探測及折射震測成果作整合，瞭解人工湖區之岩盤面高程與覆土層厚度等地層分布，供分析、評估時引用。詳細位置見 表 3-2及 圖 3-3。

3、隘寮斷層兩側

綜合文獻資料與本計畫航照判釋及現勘成果（第貳章第肆節與第參章第一節），隘寮斷層直接穿過人工湖區(四)，然其斷層位置有必要作進一步釐清。航照判釋中所得斷層位置周圍佈設折射震測與 2D地電阻測線，並利用解析成果於斷層兩側分別進行地質鑽探取樣工作，整合兩側鑽孔的低位階地堆積層厚度與基盤岩性，以瞭解隘寮斷層相關特性，有關地球物理探測之成果見本章第三節。鑽孔位置詳細位置見 表 3-2及 圖 3-3。

(二)鑽探取樣與研判說明

地質鑽探現場工作於鑽探過程中取得之土心及岩心，均先經現場判釋、紀錄後再於室內詳細比對，並配合物性試驗結果加以分類、分層，並據以製作鑽孔柱狀圖。在判釋時，觀察地層變化深度位置、膠結與風化情形、岩心提取率、岩心品質(RQD)等資料。有關鑽孔照片及鑽孔柱狀圖詳見附錄二。

DH-96-01 鑽孔及 DH-96-02 鑽孔因位在烏溪河床上，基於安全考量上，爭取短時間內完成鑽穿卵礫石層，因此 2 孔之卵

礫石層部份以鑽堡工法進行鑽探，再以鋼索取樣之方式鑽取岩心，因此卵礫石層並無取樣。其他 4 孔則無論卵礫石層或岩層皆以鋼索取樣之方式進行鑽探工作。

(三)鑽探結果與岩心判釋

針對鑽孔岩心判釋說明整理成如 表 3-3所列，彙整調查區內地質鑽孔及水位觀測井柱狀圖，以各鑽孔地表為零，並依實際鑽孔深度，繪製調查區鑽孔柵狀圖示意，詳見 圖 3-4所示。覆土層為階地堆積層以礫石、粗砂、粉土及黏土等顆粒混合組成，岩盤深度約在地表下約 6~9.8 公尺，地下水位約在地表下 1.2~4.9 公尺；岩性以灰黑色泥質砂岩為主。各孔岩心判釋說明如下：

表 3-2 本計畫工程地質探查鑽探工作一覽表

孔號	位置	鑽孔座標(TWD67)			深度(m)	鑽孔方位	探查目的
		E(m)	N(m)	Z(m)			
DH-96-01	堰址	223333	2655065	134.7	20m	垂直鑽孔	探查沖積層厚度、基盤岩性
DH-96-02	堰址	223251	2655002	132.6	20m	垂直鑽孔	探查沖積層厚度、基盤岩性
DH-96-03	東側人工湖	221078	2655625	117.1	20m	垂直鑽孔	探查階地堆積層厚度、基盤岩性
DH-96-04	西側人工湖	220291	2655731	111.1	20m	垂直鑽孔	探查階地堆積層厚度、基盤岩性
DH-96-05	焚化爐附近，隘寮斷層東側	220797	2656229	113.1	20m	垂直鑽孔	瞭解隘寮斷層東側階地堆積層厚度，並比較其岩性差異
DH-96-06	焚化爐附近，隘寮斷層西側	220724	2656229	112.5	20m	垂直鑽孔	瞭解隘寮斷層西側階地堆積層厚度，並比較其岩性差異

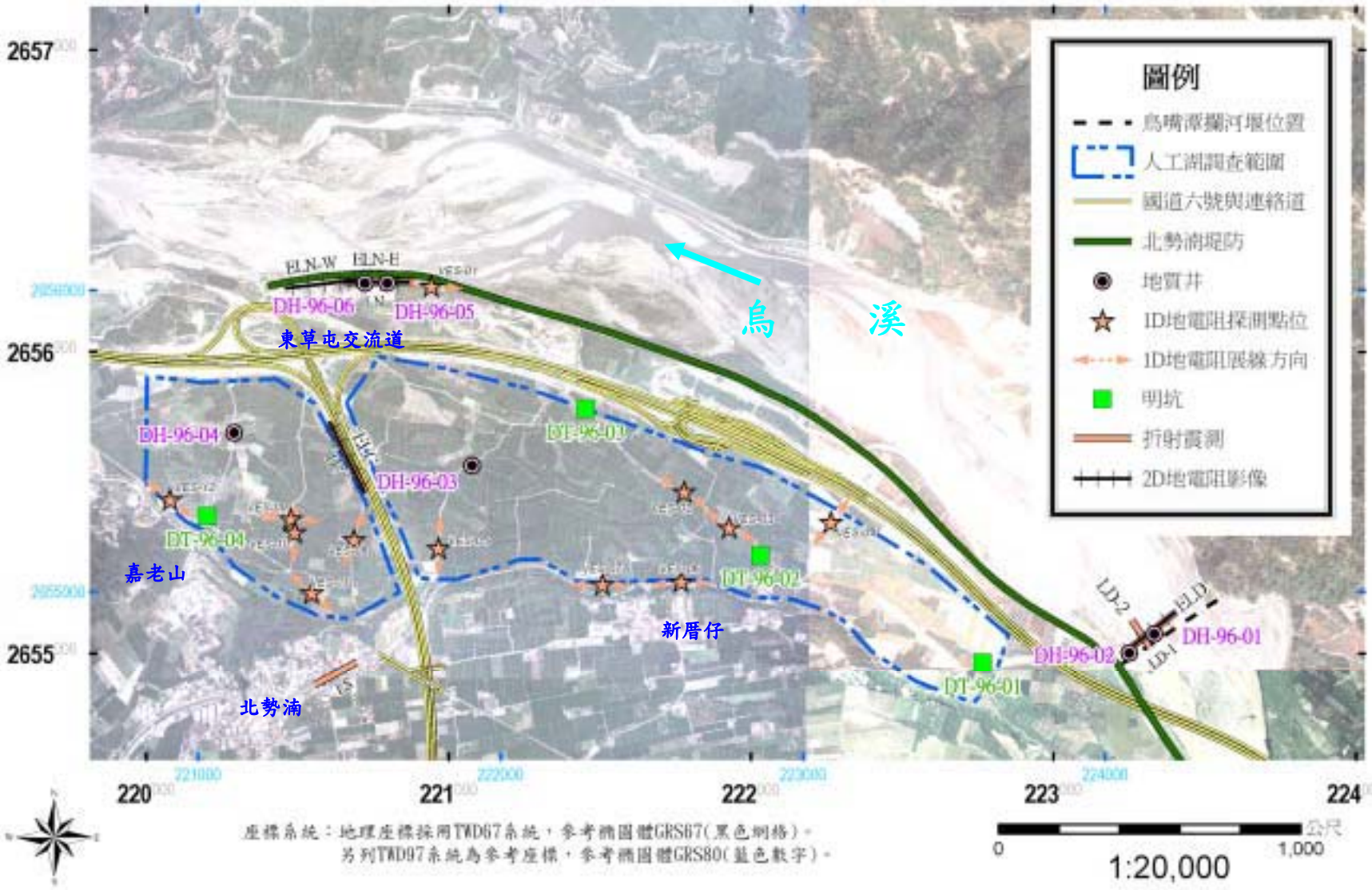


圖 3-3 工程地質探查位置圖

DH-96-01 鑽孔深 20 公尺，取出之岩心顯示：深度 0~7.5 公尺為卵礫石層；7.5~10.9 公尺為灰黑色頁岩及泥質粉砂岩，呈漸變關係，局部有生物鑽痕；10.9~20.0 公尺為灰黑色砂岩，膠結鬆散。

DH-96-02 鑽孔深 20 公尺，取出岩心顯示：深度 0~8.0 公尺為卵礫石層；8.0~17.9 公尺為灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩；17.9~20.0 公尺為灰黑色砂岩，膠結疏鬆。

DH-96-03 鑽孔深 20 公尺，取出岩心顯示：深度 0~6.6 公尺為卵礫石層；6.6~8.0 公尺為灰黑色頁岩；8.0~11.5 公尺為灰白色泥質粉砂岩；11.5~13.2 公尺為灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩底部有牡蠣殼；13.2~20.0 公尺為灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩。

DH-96-04 鑽孔深 20 公尺，取出岩心顯示：深度 0~6 公尺為卵礫石；6.0~7.8 公尺為泥質粉砂岩；7.8~16.4 公尺為灰色細砂岩為主，夾紋層至層狀灰黑色頁岩；16.4~20.0 公尺為泥質粉砂岩，生物鑽痕發達。

DH-96-05 鑽孔深 20 公尺，取出岩心顯示：深度 0~9.8 公尺為卵礫石層；9.8~20 公尺為灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩，岩層傾角 θ_b=10°，局部有生物鑽痕。

DH-96-06 鑽孔深 20 公尺，取出岩心顯示：深度 0~9.6 公尺為卵礫石層；9.6~12.45 公尺為灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩；12.45~13.6 公尺為灰黑色泥質砂岩；13.6~15.3 公尺為灰黑色頁岩含紋層粉砂岩；15.3~17.3 公尺為灰黑色泥質砂岩；17.3~20.0 公尺為灰黑色頁岩夾灰

黑色泥質砂岩。

表 3-3 本計畫鑽探地層概況

孔號 NO.	鑽探深度 (m)	岩盤深度 (m)	深度(m)	地層概況
DH-96-01	20	7.5	0~7.5	卵礫石。
			7.5~10.9	灰黑色頁岩及泥質粉砂岩，呈漸變關係，局部有生物鑽痕。
			10.9~20.0	灰色砂岩，膠結鬆散。
DH-96-02	20	8.0	0~8.0	卵礫石。
			8.0~17.9	灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩。
			17.9~20.0	灰色砂岩，膠結疏鬆。
DH-96-03	20	6.6	0~6.6	卵礫石
			6.6~8.0	灰黑色頁岩。
			8.0~11.5	灰白色泥質粉砂岩。
			11.5~13.2	灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩底部有牡蠣(Oyster)殼。
			13.2~20.0	灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩。
DH-96-04	20	6	0~6	卵礫石
			6.0~7.8	泥質粉砂岩。
			7.8~16.4	灰色細砂岩為主，夾紋層至層狀灰黑色頁岩。
			16.4~20.0	泥質粉砂岩，生物鑽痕(bioturbation)發達。
DH-96-05	20	9.8	0~9.8	卵礫石
			9.8~20	灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩，局部有生物鑽痕，θ_b=10°。
DH-96-06	20	9.6	0~9.6	卵礫石
			9.6~12.45	灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩。
			12.45~13.6	灰色泥質砂岩。
			13.6~15.3	灰黑色頁岩含紋層粉砂岩。
			15.3~17.3	灰色泥質砂岩。
			17.3~20	灰黑色頁岩夾灰色泥質砂岩。

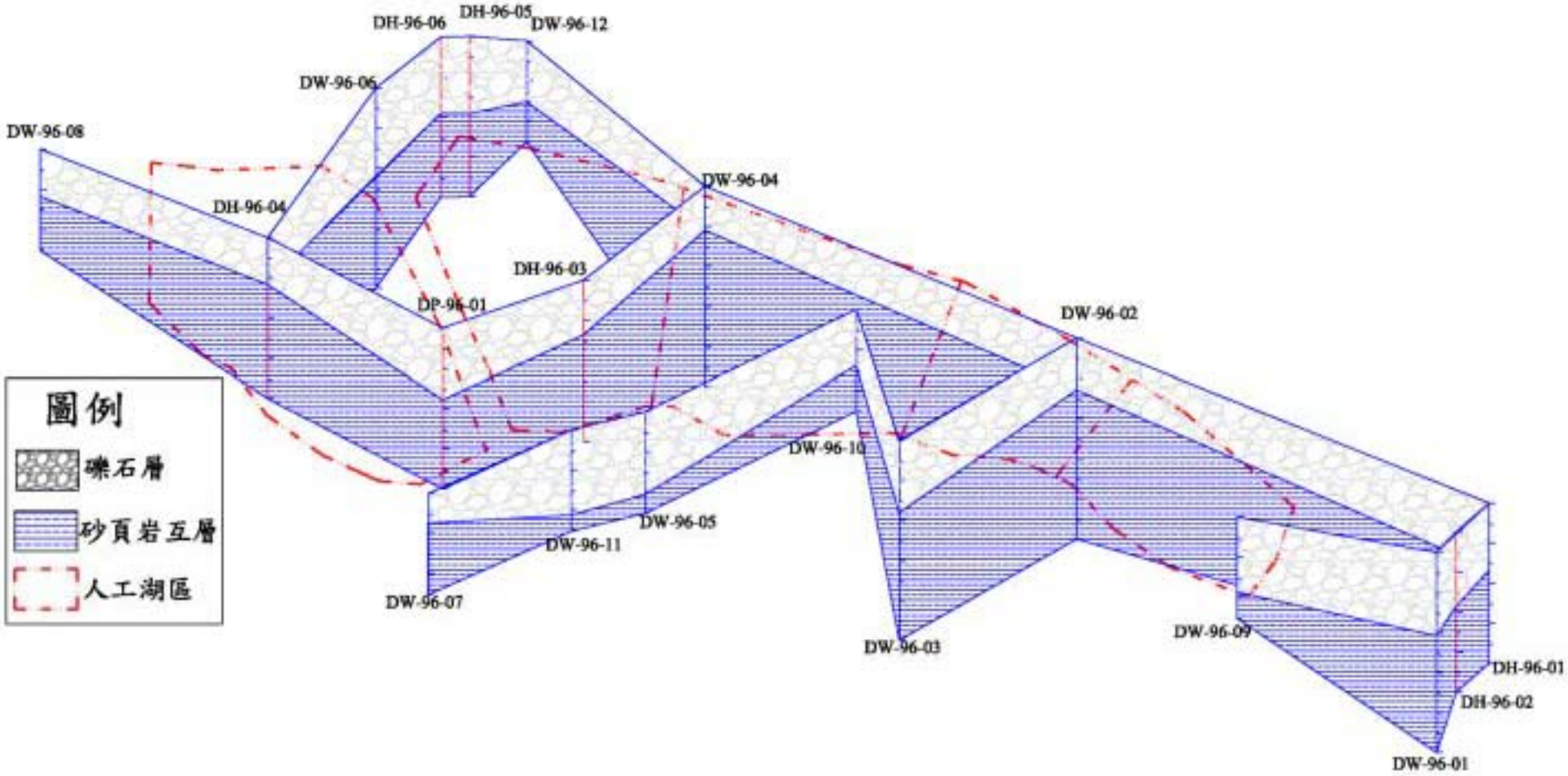


圖 3-4 調查區鑽孔柵狀示意圖

(四)孔內透水試驗結果

1、試驗數量

本計畫孔內透水試驗之依合約數量施作 8 組，試驗分配如 表 3-4所示。分別位於DH-96-01 及DH-96-02 鑽孔岩層每隔深度 5 公尺施作共計 3 組，以瞭解不同深度下之堰址岩層水密性。另於DH-96-03 鑽孔岩層中，施作 2 組，以瞭解人工湖區基岩透水度，此外在DH-96-05及DH-96-06 鑽孔岩層中施作 3 組，瞭解斷層線型錯動剪裂帶區域之岩層透水度。

表 3-4 孔內透水試驗數量統計表

試驗種類	合約數量	試驗孔位	數量分配	施作數量
孔內透水試驗	8 組	DH-96-01	2	共計施作 8 組
		DH-96-02	1	
		DH-96-03	2	
		DH-96-05	1	
		DH-96-06	2	

2、試驗結果

本次試驗由壓力與流量關係圖係參照水利規劃試驗所之規範計算求取Lugeon值。岩盤透水試驗原理、儀器及方法詳見附錄三附件A，試驗報表彙整於附錄三附件B中，8 組試驗的壓力流量曲線呈現凸向壓力軸之趨勢，且DH-96-01 及DH-96-02 孔 3 組試驗加壓曲線解與壓曲線接近重合，推測岩層的裂隙受到試驗壓力作用下產生變化，滲透性隨著壓力增大而增加，但此變化是暫時性的，可逆的，呈現彈性擴張性質。整理所得成果如表 3-5所示，並依堰址及人工湖詳述水密性如下：

(1)堰軸 DH-96-01 孔及 DH-96-02 孔水密性

由試驗結果可知鑽孔 DH-96-01 孔及 DH-96-02 孔

之 Lugeon 值介於 1.2~1.45 之間。

(2)人工湖鑽孔水密性

由試驗結果顯示鑽孔 DH-96-03 孔、DH-96-05 孔及之 DH-96-06 孔之 Lugeon 值介於 0.9~1.7 之間。

表 3-5 Lugeon 試驗結果一覽表

編號	岩性	孔位	深度 (m)	平均 RQD	透水度 (Lugeon)	滲透係數 (cm/s)
1	灰黑色頁岩及泥質粉砂岩	DH-96-01	8.0~9.0	75	1.35	1.35×10^{-5}
2	灰黑色砂岩		13.0~14.0	88	1.2	1.2×10^{-5}
3	灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩	DH-96-02	11.0~12.0	98	1.45	1.45×10^{-5}
4	灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩	DH-96-03	14.0~15.0	88	1.7	1.7×10^{-5}
5	灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩		19.0~20.0	55	1.2	1.2×10^{-5}
6	灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩	DH-96-05	17.0~18.0	97	1.2	1.2×10^{-5}
7	灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩	DH-96-06	10.0~11.0	81	1.3	1.3×10^{-5}
8	灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩		15.0~16.0	80	0.9	9×10^{-6}

註：1 Lugeon≒1×10^{-5}cm/s

(五)室內試驗結果

利用鑽探所取得岩樣進行室內試驗，室內試驗包含岩石物理性質試驗及單壓試驗，所得之相關參數可供爾後分析評估時參考引用。本計畫室內試驗項目與數量詳見 表 3-6所列(如附錄四)，以下各節將分述各項試驗內容與結果。

1、岩石物理性質試驗

本試驗目的為測求岩心之物理性質，項目包括含水量測定、單位重測定、孔隙率測定、比重測定及吸水率測定等。試驗參考國際岩石力學學會(ISRM 1981)建議

之方法辦理。本計畫進行 11 組岩石物理性質試驗，試驗成果見 表 3-7所列，試驗結果顯示調查區內岩樣之單位重介於 2.08~2.45 噸/立方公尺，比重介於 2.66~2.69，含水量 3.7~9.6%，孔隙比介於 0.14~0.37 之間，從吸水率試驗結果吸水率介於 5.4~6.1%，但大多數試驗之砂岩岩樣有泡水後崩解之現象。

表 3-6 室內試驗數量統計表

試驗項目	合約數量	原規劃數量	取樣鑽孔	數量分配	實際試驗數量
物理性質試驗	無	10 組	DH-96-01	3	11
			DH-96-02	3	
			DH-96-03	2	
			DH-96-04	2	
			DH-96-05	1	
單壓試驗	10 組	10 組	DH-96-01	3	11
			DH-96-02	3	
			DH-96-03	2	
			DH-96-04	2	
			DH-96-05	1	

表 3-7 岩石物理性質試驗結果

試驗編號	孔號	樣號	深度 (m)	單位重 γ_t (t/m^3)	含水量 W_n (%)	比重 G_s	孔隙比 e	吸水率 Abs (%)	岩性
RPP-1	DH96-01	S-1	9.70-9.75	2.18	3.9	2.66	0.27	6.1	砂岩
RPP-2	DH96-01	S-2	13.75-13.80	2.33	6.1	2.66	0.21	泡水後崩解	砂岩
RPP-3	DH96-01	S-3	19.00-19.05	2.08	6.8	2.67	0.37	泡水後崩解	砂岩
RPP-4	DH96-02	S-4	9.60-9.65	2.19	5.9	2.68	0.3	泡水後崩解	砂岩
RPP-5	DH96-02	S-5	16.15-16.20	2.45	4.2	2.67	0.14	泡水後崩解	砂岩
RPP-6	DH96-02	S-6	19.15-19.20	2.17	3.8	2.69	0.28	泡水後崩解	砂岩
RPP-7	DH96-03	S-7	11.10-11.15	2.4	3.8	2.69	0.17	泡水後崩解	砂岩
RPP-8	DH96-03	S-8	16.20-16.25	2.29	9.6	2.66	0.28	泡水後崩解	砂岩
RPP-9	DH96-04	S-9	6.20-6.25	2.29	4	2.69	0.22	5.6	砂岩
RPP-10	DH96-04	S-10	15.05-15.10	2.14	3.7	2.66	0.29	5.4	砂岩
RPP-11	DH96-05	S-11	15.75-15.80	2.45	6	2.69	0.16	泡水後崩解	砂岩

2、岩石單壓試驗

本試驗目的為測求岩心材料之單軸壓縮強度，以切割機及研磨機將試驗岩心修裁成長徑比為 2.5~3.0 之試體，試體兩端面應修裁之垂直於岩心長軸並磨平，本項試驗使用ELE 50 噸齒輪式慢速壓力機，進行試驗時以荷重計紀錄荷重，測微錶量度試驗之軸向變形，以 0.5~1.0 Mpa/sec之應力速率持續加載於試體上，在 5~10 分鐘內使試體破壞。試驗步驟係參照國際岩石力學學會(ISRM 1981)規定辦理。本計畫進行 11 組岩石單軸壓縮試驗，試驗結果見 表 3-8。砂岩岩樣達到破壞時皆沿完整沿心產生粉碎性破壞，因此無明顯單一破壞角度。

表 3-8 岩石單軸壓縮強度試驗結果

試驗編號	孔號	樣號	深度 (m)	含水量 W_n (%)	單位重 γ_t (t/m^3)	單壓強度 σ_c (kg/cm^2)	破壞應變 ε_f (%)	破壞模式	岩性
RUC-1	DH96-01	S-1	9.75-9.90	3.2	2.28	20.7	0.6	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-2	DH96-01	S-2	13.80-14.00	7.5	2.36	19.2	2.2	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-3	DH96-01	S-3	19.05-19.20	7	2.24	3.9	1.5	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-4	DH96-02	S-4	9.65-9.90	7	2.34	35.1	1.9	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-5	DH96-02	S-5	16.20-16.50	3.8	2.41	66	1	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-6	DH96-02	S-6	19.20-19.35	3.9	2.22	7.5	1	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-7	DH96-03	S-7	11.15-11.30	3.5	2.44	77.8	1.6	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-8	DH96-03	S-8	16.25-16.40	7.5	2.18	21.3	1.4	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-9	DH96-04	S-9	6.25-6.40	3.3	2.38	113.4	1.3	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-10	DH96-04	S-10	15.10-15.25	3.6	2.19	16.8	0.5	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-11	DH96-05	S-11	15.80-16.00	5.4	2.5	67.6	2.6	沿完整岩心破壞	砂岩

本項試驗成果顯示砂岩單壓強度介於 3.9~113.4 公斤/平方公分，依據國際岩石力學學會(ISRM 1981)單壓強度分級(表 3-9)，單壓強度小於 250 公斤/平方公分屬於弱岩分級。單壓強度變化程度大，可能與岩性較無直接關係；單壓強度偏低值表示試驗結果可能受到鑽探取樣擾動、岩樣試體解壓或其他外在因素影響。

表 3-9 國際岩石力學學會單壓強度分級表

強度分級	編號	單壓強度(kg/cm^2)
極弱岩(Extremely Weak Rock)	R_0	2.5~10
甚弱岩(Very Weak Rock)	R_1	10~50
弱岩(Weak Rock)	R_2	50~250
中強岩(Medium Strong Rock)	R_3	250~500
強岩(Strong Rock)	R_4	500~1000
甚強岩(Very Strong Rock)	R_5	1000~25000
極強岩(Extremely Strong Rock)	R_6	25000 以上

三、地球物理探測

採用折射震測法及 2D 地電阻探測進行堰址及人工湖預定範圍內之調查，另於人工湖區內施測 1D 地電阻測點，以輔助鑽探資料判釋地層特性。震波震測採用折射震測方式，該方法相較於表面波震測之側向解析能力為佳而選用。本次調查目的有三，一是欲瞭解計畫堰址下方地層之分佈情形，另一是欲調查由航照判釋所得之推估隘寮斷層線通過與否，其三為透過地球物理調查之結果輔助地下水位面及岩盤面的測定。

測線佈設盡量皆使折射震測與 2D地電阻探測並行施測，以便可利用兩者所得出的不同地層特性(力學特性與電學特性)交互參考比對；而在輔助地下水位面及岩盤面的測定上，採用 1D及 2D地電阻探測為主要工具，使其能盡量

均勻分佈於計畫區內，測線整體佈設如 圖 3-3所示。

本計畫共施作 5 條折射震測測線（如 圖 3-5所示）：LD-1、LD-2、LN、LC及LS等測線，測線展距總長 1005 公尺，其中LD-1 及LD-2 測線位在計畫堰址，LD-1 測線沿著計畫堰軸方向展開，而LD-2 測線展開方向與LD-1 垂直；LN、LC及LS等 3 條測線皆臨近或通過推估斷層線。

本計畫施作 2D地電阻測線 4 條，總長度為 940 公尺：ELD、ELN-E、ELN-W及ELC測線佈設位置及測線細部方位如 圖 3-6所示。其中ELD測線位於計畫堰址處，測線平行計畫堰軸展開（如 圖 3-6b所示）；另於斷層線型探測方面，根據第參章航照圖判釋結果推測的斷層線型走向（如 圖 3-6a虛線所示），並於現地尋找合適之施測位置，佈設ELN-E、ELN-W及ELC等 3 條測線進行探測，其中ELN-W經過伴生斷層於地表造成抬升的位置。

1D地電阻測線施作 12 點，總長度為 2400 公尺：VES-01~VES-12 等 12 測點佈設位置及測線展距方位如 圖 3-6所示。VES-01 至VES-12，其主要目的在輔助計畫區內地下水位面以及岩盤面的測定。為能協助比對地下水位面及岩盤面的位置，測線VES-01 及VES-02 分別佈設於鄰近水位觀測井DW-96-12 及DW-96-10，其餘 10 條測線，考量用地以及地形環境均勻佈設。

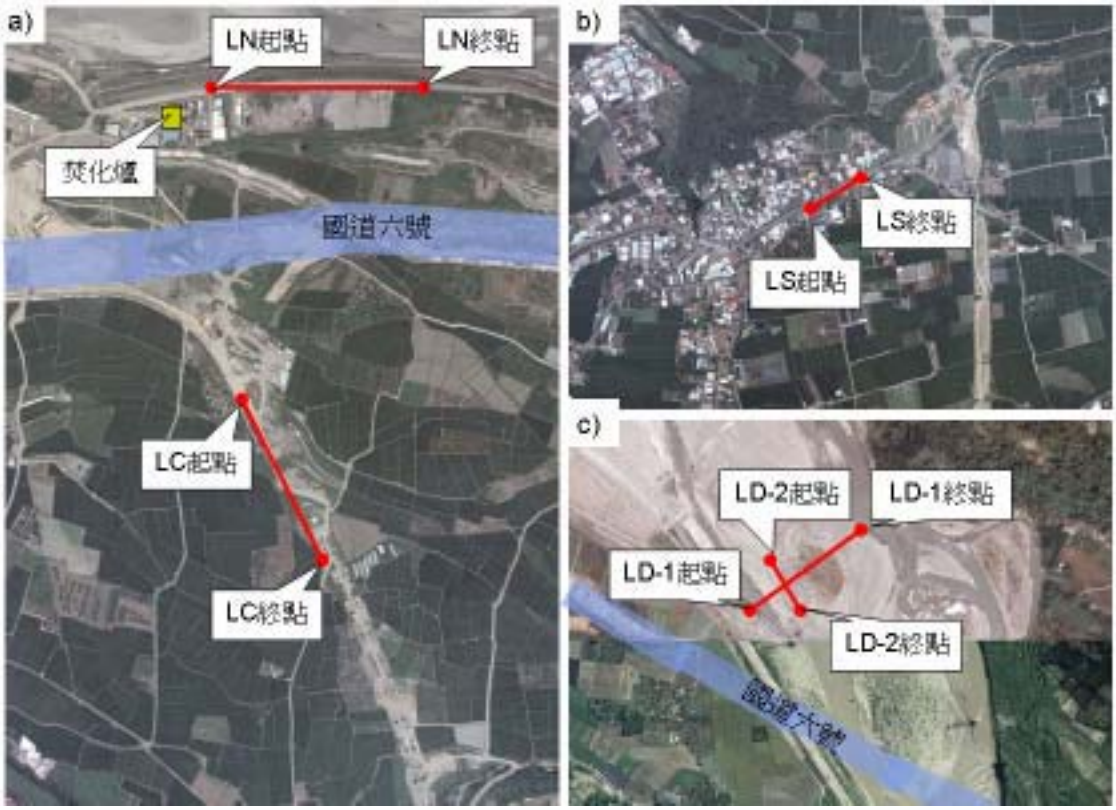


圖 3-5 折射震測測線位置正射影像圖

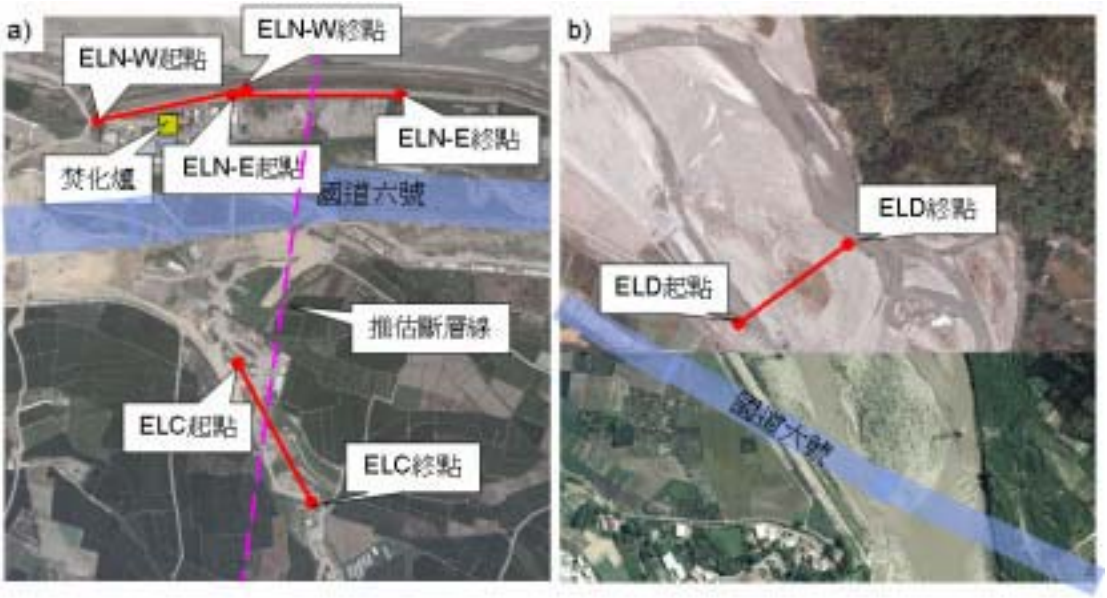


圖 3-6 地電阻測線位置正射影像圖

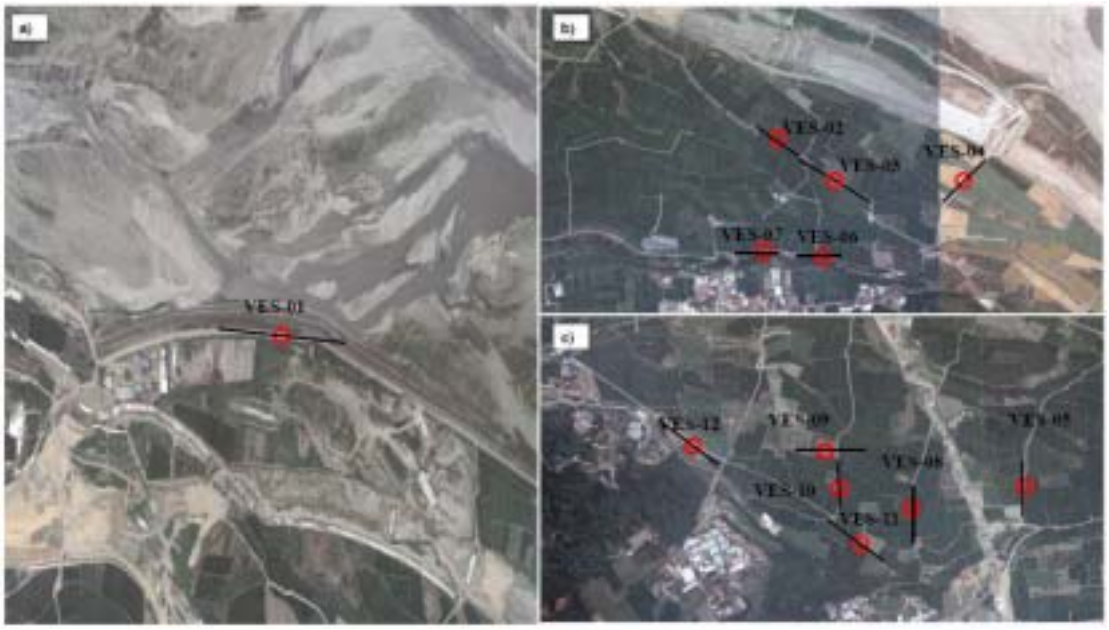


圖 3-7 1D 地電阻測線位置正射影像圖

(一)折射震測

1、折射震測原理

折測震測法係藉由爆炸或衝擊產生人造震波，波傳至地下地層，因地層間速度不同，震波於層面處，依司涅爾定律(Snell's Law)發生折射現象返回地表，經埋設於地表之受波器接收。折射波在震波記錄上表現為初達波，如 圖 3-8所示，初達波因係震動到達接收器的第一個訊號，其到達時間很容易挑取，根據其時間距離關係（通稱走時曲線）求出地層之構造。一般來說，折射震測法可經濟且有效地探測出新鮮岩層以上之地質構造形貌，且其探測出之地質構造是以震波波速大小來表示（通稱速度層）。由理論上和實驗上均顯示岩石震波波速與岩石之彈性係數，以及對岩層的地質狀態都有直接關係，因此，折射震測法應用於斷層破碎帶之偵測為工程地質調查中最有效的方法。

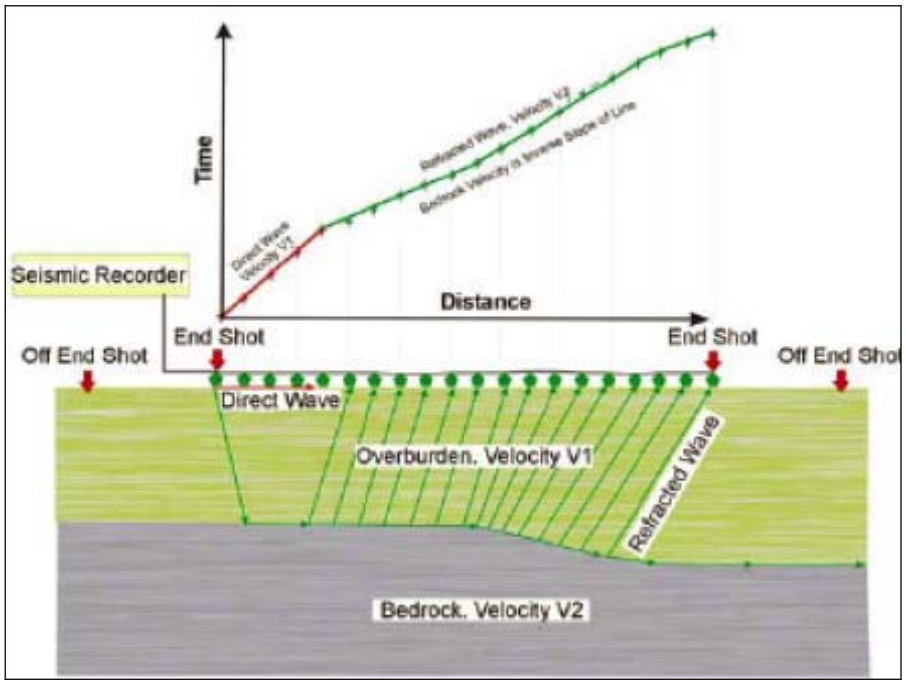


圖 3-8 折射波震測原理示意圖

2、折射震測儀器

震測系統主要包括震源、受波器、震測儀等(如 圖 3-9)，茲分別說明如次：

(1)震源：

用以製造人造震動，有長柄鐵鎚、落錘、振動器、或炸藥等不同能量的選擇，視欲探測深度、地質條件、及環境噪音而定，本計畫以長柄鐵槌為震源。

(2)受波器：

用以接收震源所產生的地表震動。本計劃中使用OYO Geospace公司出品之速度式受波器(如 圖 3-9所示)，其可收錄最低頻率至 14 Hz。受波器上部為塑膠殼，內部含有電磁式感應線圈，用以感應並接收震波訊號，而其下部為圓錐鋼釘，長約 7 公分左右，用以垂直插入固定於地表土層。此外，受波器之尾端為與震測電纜連接之電纜，依照電纜接頭大小之不同，而有正負極之分別，其中紅色大接頭為正極，而黑色小接頭為負極。

(3)震測儀：

用以紀錄接收器所接收到的地表震動訊號。本試驗採用美國Geometrics公司出品之StrataVisor NZ型震測儀(如 圖3-9)，屬於多波道可攜帶式數位震測儀，基本型最多可同時收錄 24 個受波器之資料，另可藉由擴充內部界面卡以及外接擴充器Geode兩種方式增加頻道數至 240 頻道以上。其取樣率在 20~16000 μsec之間，取樣時間最長可達 256 sec，允許震波訊號重覆疊加。此外，使用日本OYO Geospace公司出品之多頻道式震測電纜用以連接震測儀，每一震測電纜最多可同時連接 12 個受波器，相鄰兩連接頭之間距約為 7.5 公尺，可延伸長度約為 9.6 公尺，單一震測電纜之總長約為 92 公尺。本計劃中使用之震測儀可連接兩條電纜，測線總長可達 184 公尺。



圖 3-9 折射震測試驗用儀器

3、折射震測施測作業

折射震測之測線佈置須確定的有測線位置、測線長度、測點佈置與炸點選點等四項，茲分列說明如下：

(1)測線位置：

一般來說，折射震測之測線位置，與欲探測工址或結構物之現地形狀、可能之地質構造情形及欲探測目標地層之深度有關；而後依照這些已知或假設的現地資訊，便可

以決定折射震測之測線位置，以便得到所需之震測資料。

(2)測線長度：

測線長度與測點佈置時的接收器間距以及接收器數目有關，此部份將在測點佈置的部份說明，在此欲說明，測線的長度常會受到現地的空間限制而無法達到理想的長度需求，應在佈設前先行瞭解佈設區的空間大小，以便有良好的佈設考量。此外，在空間大小的考量上，應注意測線之兩端點外側，還必須要保留足夠之線外距離，以利於炸點之佈置，通常為 1/3 到 1/2 之測線長度。

(3)測點佈置：

在確定測線之位置及長度之後，便可以開始決定測點之位置，通常採用 24 個波道數，亦即 24 個接收器，其間距根據空間大小考量後的容許測線長度進行均分可得；以間距 5 公尺為例(如 圖 3-10所示)，由端點開始定測樁，此點即為第 1 個接收器之位置，將接收器設置於此點，令其相對距離為+0 公尺；而後每隔 5 公尺各定一個測樁，直到第 24 個測樁為止，此點即為第 24 個接收器之位置。依序將接收器設置於這些點。在設置接收器時，要以鉛錘直立之方向穩固安置於測點處，以確保波動訊號之清晰及不受外界雜波之干擾，之後再用震測電纜將 24 個接收器連接起來，因此便成為一個長度為 115 公尺之震測展距。最後再將此震測電纜連接至記錄儀，便完成測線及測點之佈置。除此之外，若在有高程變化的地區施作，每一個測樁還需要作高程測量，以利於資料分析之使用。

(4)炸點選點：

在確定測線及測點之位置後，接下來便是決定炸點之

位置。一般來說，炸點位置之選擇方式，共有七點法與九點法兩種。所謂之七點法(如 圖 3-10所示)，顧名思義就是總共有七個炸點，除兩個線外炸點 1/3 到 1/2 之測線長度佈設外，將其餘五個炸點均分至測線中，其位置分別為：第 1 個接收器之線外 40 公尺處、第 1 到 2 個接收器之中點處、第 6 到 7 個接收器之中點處、第 12 到 13 個接收器之中點處、第 18 到 19 個接收器之中點處、第 23 到 24 個接收器之中點處、第 24 個接收器之線外 40 公尺處；其對應之相對距離分別為：-40、+2.5、+27.5、+57.5、+87.5、+112.5、+155 公尺，總測線長度為 195 公尺。所謂之九點法，顧名思義就是總共有九個炸點，可依照七點法的準則佈置，亦可視需求使線外炸點增為四個，用以使較深區域所得結果較好。

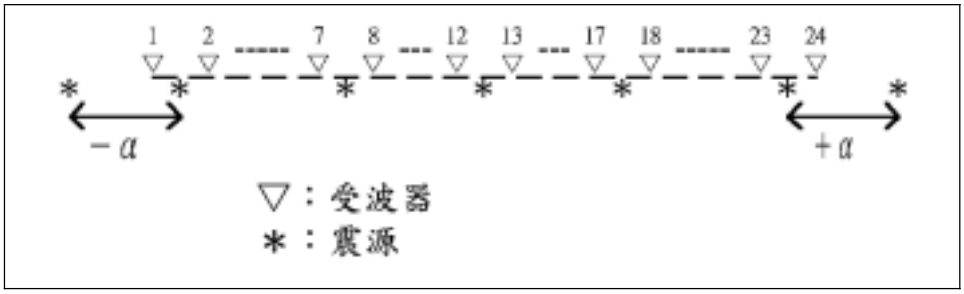


圖 3-10 折射法震源及受波器示意圖

4、折射震測資料處理

(1)初達波之挑取：

初達波為接收器所接收到的第一個震動訊號，須由所獲得的地層震動訊號中挑選。在實際的挑選上，並非每一條震波訊號逐一辨識即可。震測所獲得的訊號會包含所有的震動，包括有P波、S波以及表面波，而我們所欲挑選的是P波(其波速最快)。相較於其它兩種波的震動，P波震動的振幅較小容易被忽略或是被雜訊干擾而無法判別出來

（如 圖 3-11所示），因此，在挑選初達波時，應比較同一炸點之其他震源結果並利用音像(Phatoming)之技巧比較其他炸點收集到之波形來決定初達波之走時曲線。

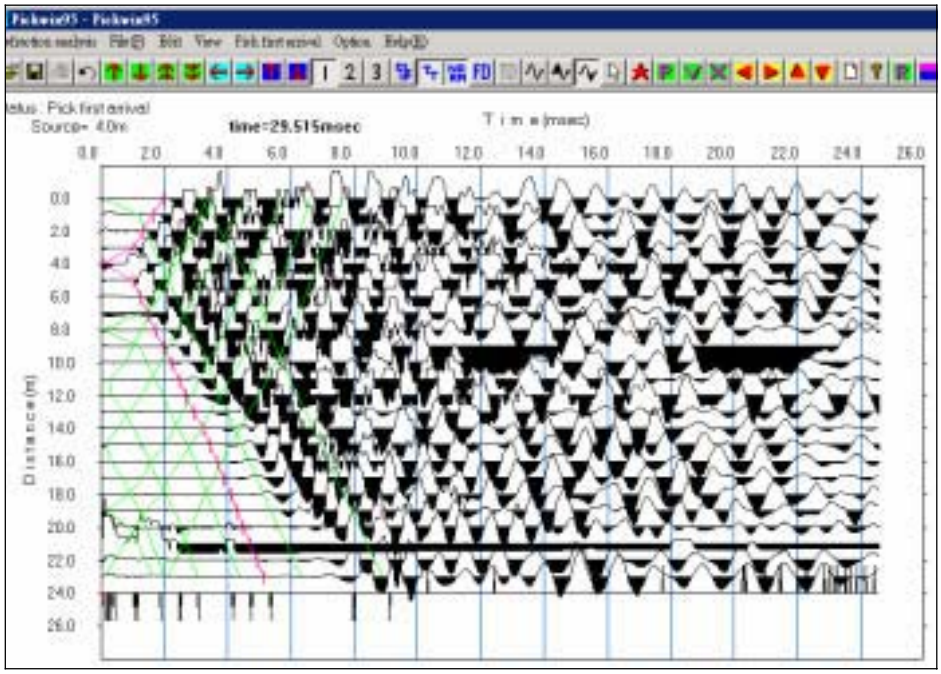


圖 3-11 初達波走時曲線挑選

(2)反算分析：

對於所獲得的走時曲線，將用以進行反算分析以求獲得地層波速結構。傳統的分析分法以通用互換法（General Reciprocal Method）由走時曲線求得簡單之地層速度模式。除此方法外，為能夠提高速度模式之解析度與正確性，可利用走時震測影像法（Traveltime Tomography）由走時曲線反算二維之速度剖面，如 圖 3-12所示，將地質構造分為許多元素（cell），由射線追蹤（Ray tracing）理論可計算理論之走時曲線，藉由此數值模式由量測之走時曲線反算各元素之速度值，進而得到地層之速度影像剖面，如 圖 3-13所示。本計畫採用美國Optim公司所發展的SeisOpt pro 1.0

為反算分析軟體，此軟體以走時震測影像法進行地層反算分析，除可分析水平地表情形外，亦可分析具有地形變化的施測，其最後提供地層波速剖面為反算結果。

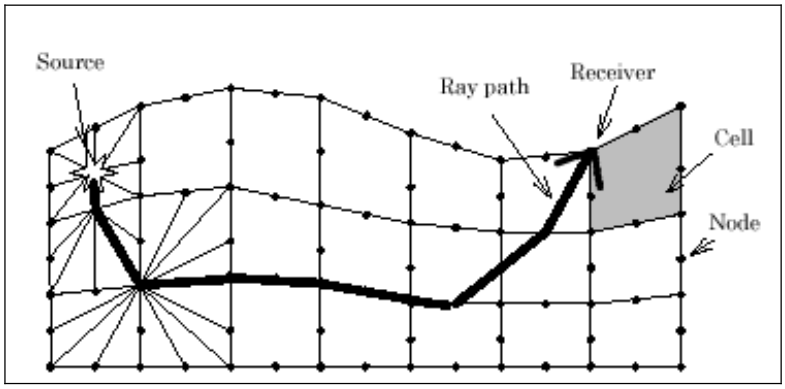


圖 3-12 折射震測走時震測影像分析原理

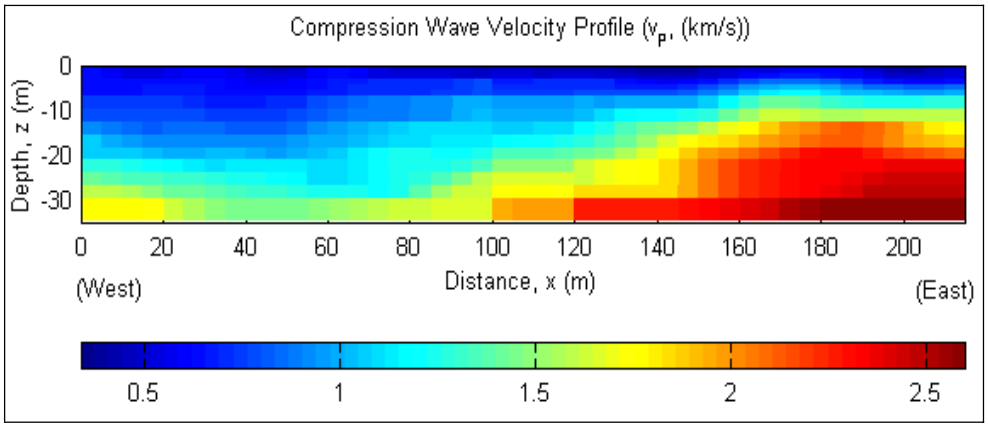


圖 3-13 二維地層波速剖面

5、現場環境及施測參數

本次在此計畫區域共佈設五條測線（如 圖 3-6及 表 3-10 所示）：LD-1、LD-2、LN、LC及LS，其中LD-1 及LD-2 位於堰址預定地；LN、LC及LS皆通過推測斷層線。各測線根據現場之情形採用七點法、九點法或多點法進行施作，採用14Hz之接收器，各接收器間距為 5 公尺。

LD-1 測線位於堰址預定地，其測線展開方向與計畫堰軸平行（如 圖 3-14c所示），自起點往北偏東 55 度展開至終點，含測線外兩側震源共長 240 公尺。測線所經之地表情形

如 圖 3-14a、b、c、d所示，整條測線位於河床灘地，自起點至 55 公尺處地表為大小礫石分布，過 55 公尺後為河中沙洲，地表有細砂堆積並長有茂密之灌木及草類，直至 200 公尺左右才又為礫石灘，過礫石灘後約 100 公尺後才為河道。

LD-2 測線亦位於堰址預定地，然其測線展開方向與計畫堰軸垂直（如 圖 3-14c所示），自起點往南偏東 35 度展開至終點，含測線外兩側震源共長 117 公尺。測線所經之地表情形如 圖 3-14e、g所示，整條測線位於河床灘地，地表為大小礫石分布並雜有細砂堆積其中，長有疏鬆之灌木及草類。LD-2 與LD-1 測線相交於LD-1 測線 85 公尺與LD-2 測線 50 公尺處(如 圖 3-14f所示)。

表 3-10 折射震測測線佈置位置表

測線	展距(m)	施測目的	地點	測線座標 TWD67		
					E(m)	N(m)
LD-1	240	探測岩盤位置	堰址(平行堰軸)	起	223222	2655000
				終	223404	2655144
LD-2	117	探測岩盤位置	堰址(垂直堰軸)	起	223262	2655115
				終	223315	2655016
LN	290	探測岩盤及斷層位置	焚化爐附近	起	220644	2656253
				終	220877	2656254
LC	200	探測岩盤及斷層位置	國道六號聯外道旁	起	220593	2655779
				終	220665	2655619
LS	158	探測岩盤及斷層位置	人工湖南側	起	220556	2654910
				終	220689	2654985

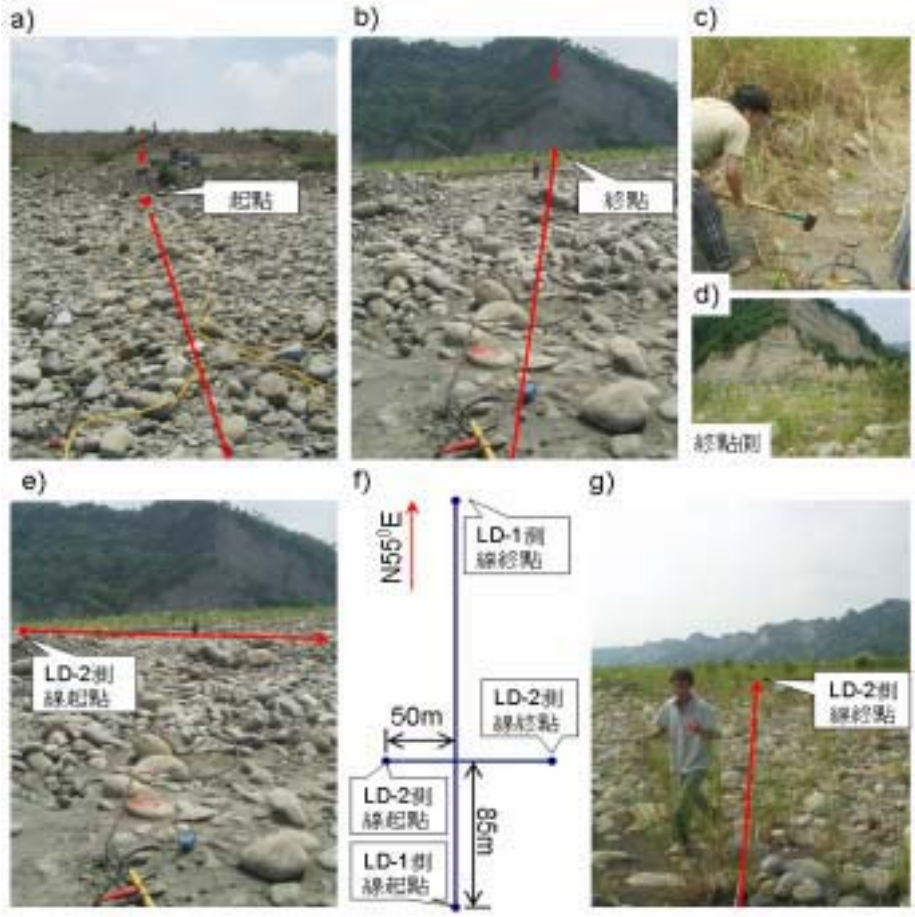


圖 3-14 折射震測 LD-1 及 LD-2 測線現場環境

LN測線位於人工湖預定區的北側靠近焚化爐處(如 圖 3-6 所示)，其測線延著焚化爐前道路展開（如 圖 3-15a所示），自起點往正東方向展開至終點，含測線外兩側震源共長 290 公尺。測線所經之地表情形如 圖 3-15a、b所示，整條測線位於柏油路面上，以鑽孔方式將接收器貫入地面，道路北側為烏溪堤防堆有大量消能塊，道路南側有一約 1 公尺寬 1.5 公尺深的溝渠存在。圖 3-15c、d為現場施測情形。

LC測線位於人工湖預定區隔開兩側湖區的國道六號聯外道路旁，(如 圖 3-6所示)，周邊有大型機具持續進行國道六號之施工工程，並常有砂石車行經。測線自起點往南偏東 21 度方向展開至終點，含測線外兩側震源共長 200 公尺。此測線通過推測所得斷層線通過之位置。測線所經之地表情形及現

場施測情形如 圖 3-15e、f、g、h所示，測線自起點至 75 公尺段位於草叢中，地表植生密集，接收器可以手貫入土中。其餘之測線位於砂土路面上，此砂土道路近地表含有大量礫石，欲裝置接收器需使用橡膠槌將之槌入。另，此道路應常有大型車量行經，地表坑洞滿佈，雨後有積水情形。臨近測線南側約 3 公尺有開挖的排水溝渠，深約 2 公尺，寬約 1.5 公尺，正在進行排水溝工程。

LS測線位於人工湖預定區的南側(如 圖 3-6所示)，該處有大量民居聚集，僅有施測線上道路可供對外聯接，測線延著此聯接道展開（如 圖 3-6b所示），自起點往北偏東 70 度方向展開至終點，含測線外兩側震源共長 158 公尺。測線所經之地表情形如 圖 3-15i、j、k、l所示，整條測線位於柏油路面上，以鑽孔方式將接收器貫入地面，道路北側緊臨民居，道路南側有一大溝，溝內有水並植有蓮花(如 圖 3-15k所示)。根據當地居民表示，該道路於數月前剛完成地下管線安裝工程，測線佈設處通過管線行進。



圖 3-15 折射震測 LN、LC 及 LS 測線現場環境

6、施測結果

折射震測結果如 圖 3-16至 圖 3-21所示。LD-1(如 圖 3-16 所示)獲得地層波速剖面 240 公尺，探測深度最深到達地表下 17 公尺；LD-2（如 圖 3-17所示）獲得地層波速剖面 117 公尺，探測深度最深到達地表下 20 公尺；LN（如 圖 3-19所示）獲得地層波速剖面 290 公尺，探測深度最深到達地表下 39 公尺；LC（如 圖 3-20所示）獲得地層波速剖面 200 公尺，探測深度最深到達地表下 34 公尺；LS（如 圖 3-21所示）獲得地層波速剖面 158 公尺，探測深度最深到達地表下

17 公尺；於本計畫中共計獲得 1005 公尺的地層波速剖面。此波速剖面結果採用tomography反算技巧進行反算，以初達波走時曲線的最小平方差作為誤差估計，所有折射震測反算誤差程度為 10^{-5}。在波速的表現上以顏色進行視覺化，除LN因為其探測深度較深有較高速(>300 公尺/秒)的地層存在使用的顏色對應範圍為 0-5000 公尺/秒外，其餘四條測線之顏色對應範圍皆在 0-3000 公尺/秒。

LD-1 及LD-2 測線位於堰址預定地，其中LD-1 平行計畫堰軸，LD-2 垂直計畫堰軸，此兩條測線之佈設目地主要是為瞭解堰址預定地之土層性質與其空間變異性。如 圖 3-16所示，LD-1 測線的結果顯示，在平行計畫堰軸的方向上整體地層之側向變化不甚明顯，近地表 6 公尺內為波速約 700 至 1000 公尺/秒(淡藍色)的土層，地表下深度深過 8 公尺處波速便大於 1500 公尺/秒(藍綠色)。根據過往施測結果之經驗總結，波速超越 1500 公尺/秒之土層有較好的強度，因此估計岩盤約在地表下約 8~10 公尺處。在LD-1 測線之結果中可見在測線 30 公尺前近地表(<5 公尺)部份波速較測線其它位置要高，其是因為該段位於礫石灘，較其它位於地表有較多細砂存在的沙洲段會有較高波速。LD-2 測線之結果如 圖 3-17所示，整體而言(詳見 圖 3-18)，近地表的土層以波速 1000 公尺/秒(淡藍色)為主，地層稍有自起點往終點變厚的趨勢，整體岩盤位置約在地表下 10 公尺。在測線 30 至 50 公尺段的近地表(<7 公尺)有較低速約 700 公尺/秒(藍色)土層存在。

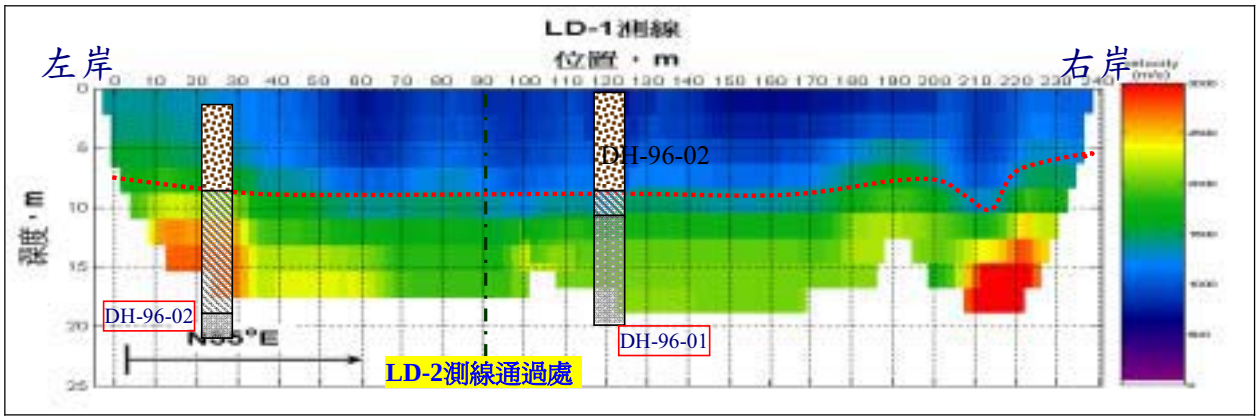


圖 3-16 折射震測 LD-1 測線 P 波波速剖面

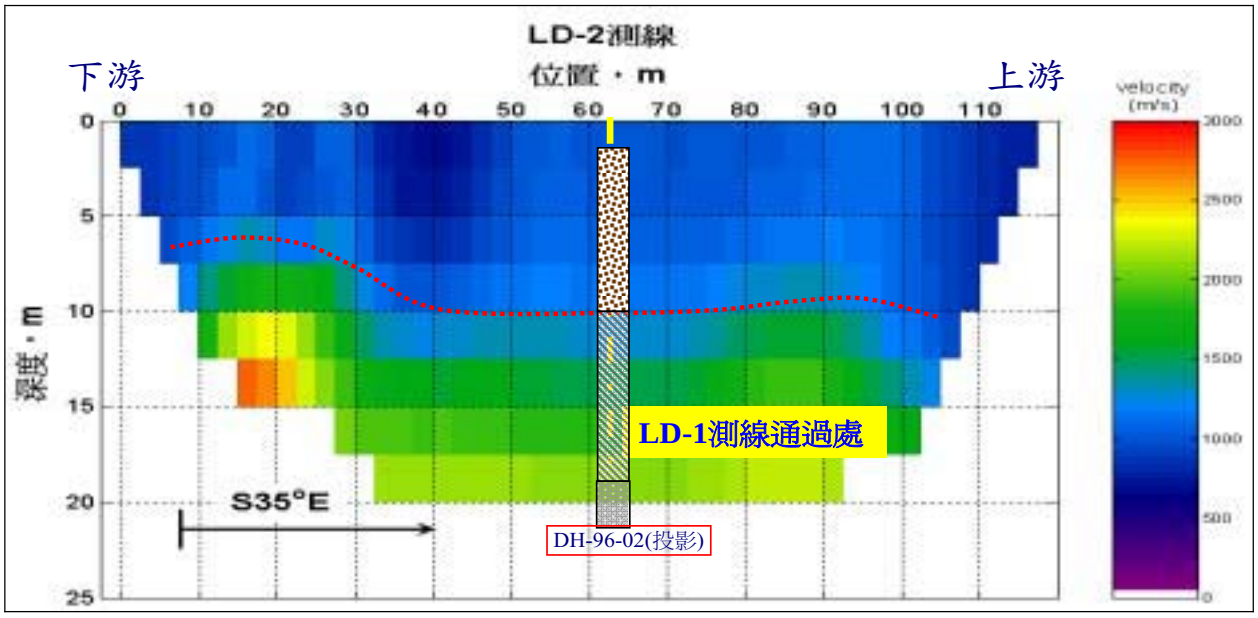


圖 3-17 折射震測 LD-2 測線 P 波波速剖面

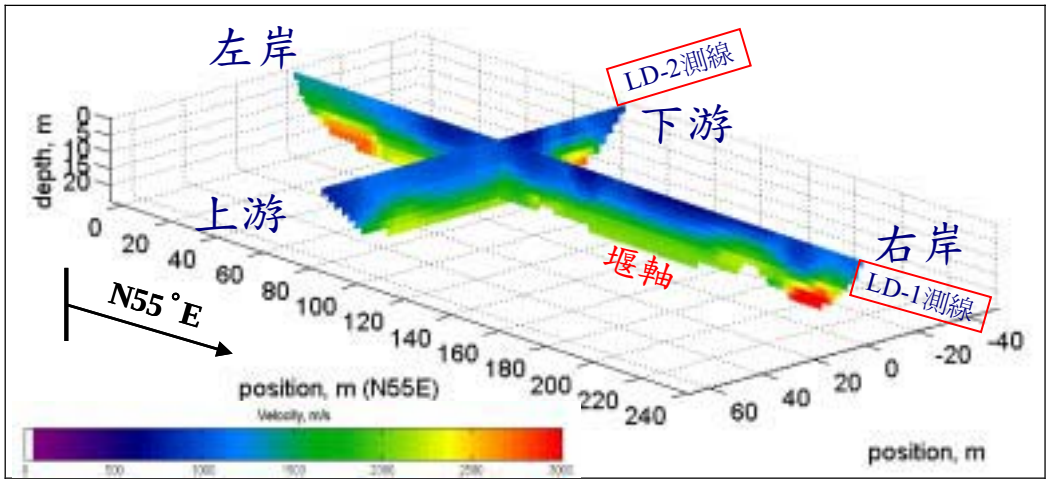


圖 3-18 計畫堰址折射震測 3D 呈現

LN、LC及LS測線沿著推估之潛在斷層走向佈設，其中LN位於計畫區北側，LC位於計畫區中，LS位於計畫區南側。佈設目地主要是為了瞭解推估之斷層走向之可能存在性。如 圖 3-19所示，位於北側之LN測線的結果顯示地層波速在靠近測線起點處有較靠近測線終點處為高的現象，在同一深度位置整體波速自起點往終點漸漸降低(以地表下 5 公尺為例，顏色自淡藍色漸變為藍色，即表示波速約自 1700 公尺/秒漸變至 800 公尺/秒)。此現象可能是斷層通過之跡象，上部沖積層受到下方抬升作用而使得波速有如此漸變的情形，依照結果判斷，可能是測線西側地層有受到抬高的地質作用，但除此間接現象外，結果中並未有明顯發現斷層錯動的位置。

LC測線之結果如 圖 3-20所示，結果亦顯示出地層波速在靠近測線起點處有較靠近測線終點處為高的現象，但整體變化情形較LN測線為緩，此情形可能是因為LC測線與斷層走向夾角較小，因此在測線方向上的變化較不顯著。惟LN及LC兩處所得之結果於岩盤可能深度處(約地表下 9 公尺，波速 1500 公尺/秒)波速變化情形並不明顯，難以確定斷層通過之位置。

LS測線之結果如 圖 3-21所示，此測線僅臨近預估斷層位置並未通過，結果上亦顯示該處地層並無顯著側向變化。由結果看，岩盤可能深度在地表下 9 公尺處(波速 1500 公尺/秒)，雖岩盤之可能深度與其餘兩處相近似，但可能岩盤深度以上的土層波速普遍較高，另應注意將此測線與其餘測線相比較時，此處地表高程較其餘兩處高出許多(>10 公尺)，需考慮其地表高差。

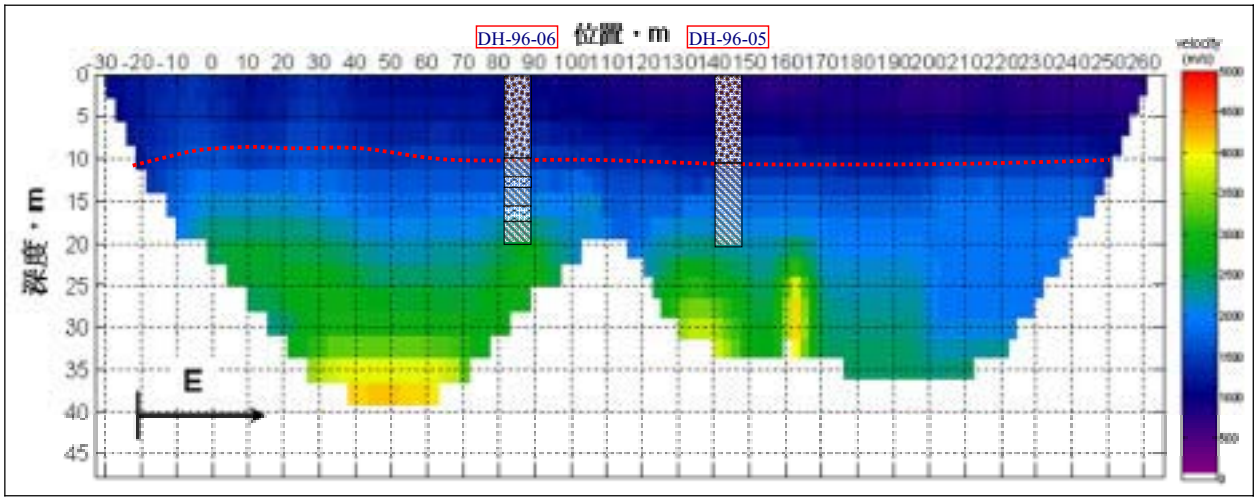


圖 3-19 折射震測 LN 測線 P 波波速剖面

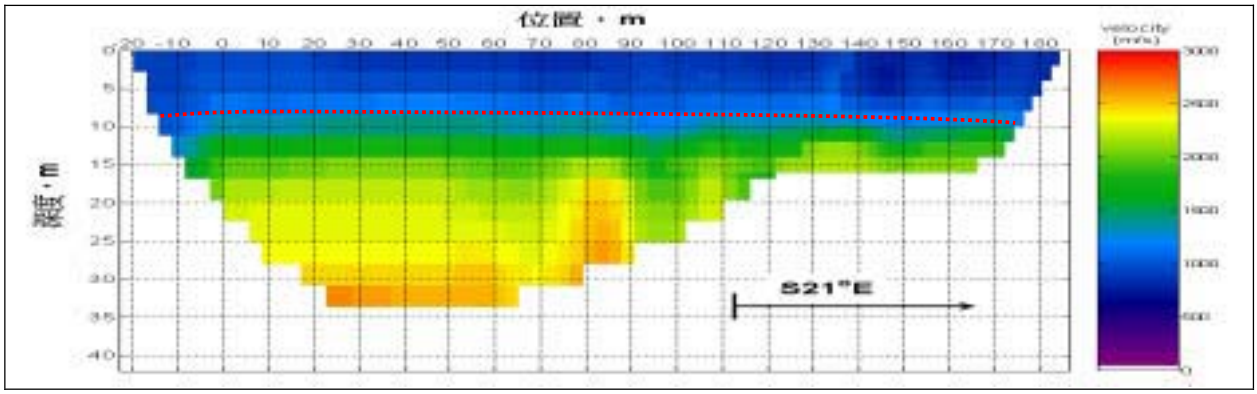


圖 3-20 折射震測 LC 測線 P 波波速剖面

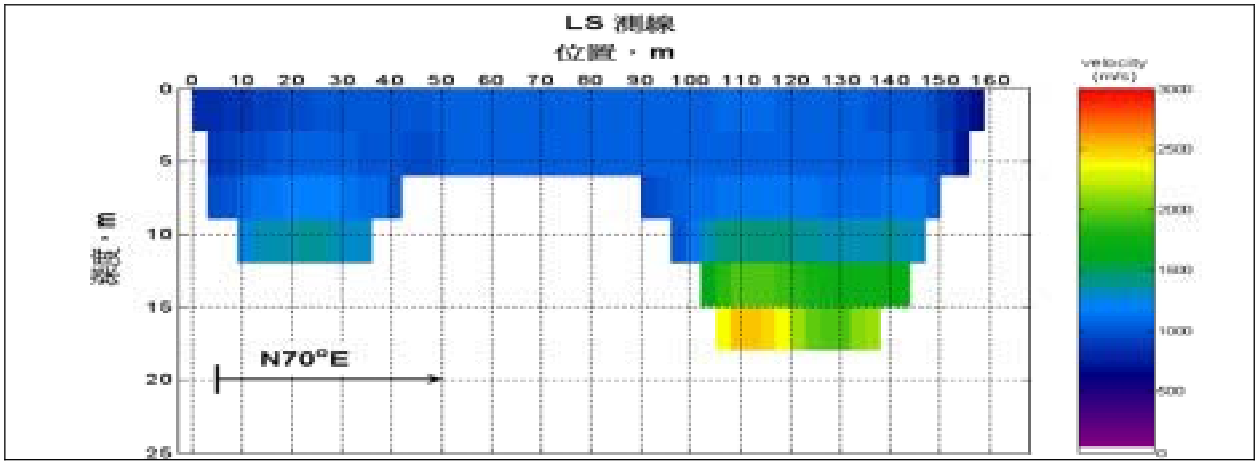


圖 3-21 折射震測 LS 測線 P 波波速剖面

(二)2D 地電阻影像探測

1、地電阻原理

2D 地電阻探測，或稱為地電阻影像剖面法(electrical resistivity tomography, ERT)，是綜合一維探測的垂直與橫向探測結果組成電阻率剖面，適用於大範圍的地表下地層電阻率分佈情形，而影響電阻率的變化包含了地層的含水量、地層構造、地層所含離子濃度、地層材料的導電特性等等。又計畫區地層內部由礫石層、砂頁岩、頁岩以及含水層等組合成不同層次，各層次有其特有之電阻率，因此經由不同的電阻率厚度和層次，可進而推定各層之水文地質狀態。

地電阻影像探測原理為藉外加低頻電流經由 圖 3-22中電流極C1、C2 流入地層中，再利用電位極P1、P2 量測地層所反應的電位差值，由該量測的電壓值與電流值經由靜電學理論計算受測土層之視電阻率（apparent resistivity）。量測空間影響範圍依電極間距而定，展距越大探測深度越深，但相對解析能力會有所降低。

量測過程藉由改變不同電極間距與位置，獲得不同幾何空間位置上的視電阻率值，稱為似電阻率剖面（Pseudo-Section），經反算分析獲得真實電阻影像剖面，藉以瞭解地層構造。不同電極排列之幾何參數，影響探測結果會不同，常見的電極排列如 圖 3-22所示。各種電極排列方式依其訊號衰減程度不同，空間解析能力有所差異，如 表 3-11所列，若要探測土層垂直地表方向變化，以 Wenner 及 Wenner-Schlumberger方式為最佳，若欲探測最深層資料，則以Pole-Pole為最佳，唯其缺點常因受到場地大小限制，遠電極無法達到理想之距離(需大於 10 倍最大展距)，造成深層所收錄資

料易被扭曲，因而空間解析能力為最差。

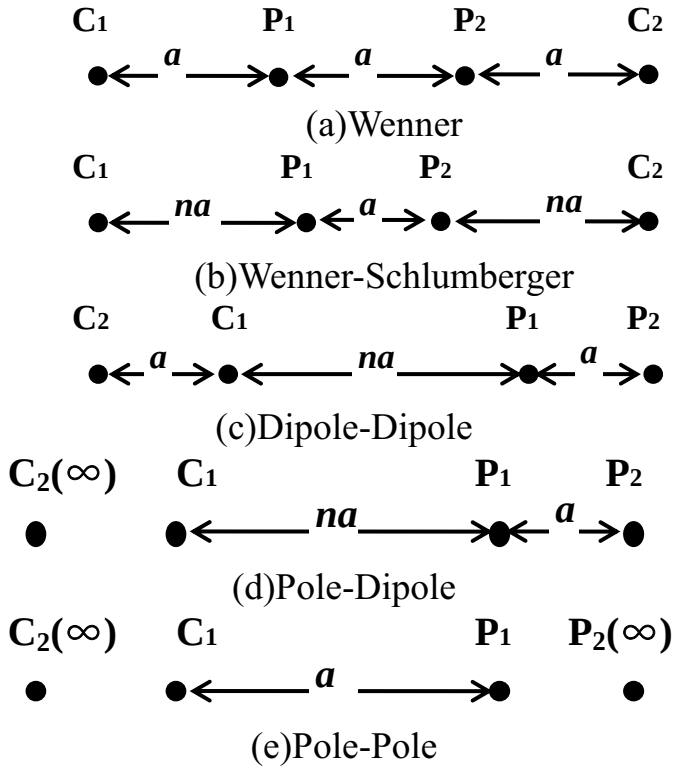


圖 3-22 地電阻影像探測的各種排列方式

表 3-11 電極排列方式特性比較表

電極排列方式	探測深度	訊號衰減強度	解析能力
Wenner	3	$1/2\pi a$	垂直方向
Dipole-Dipole	4	$1/n^3$	側向變化
Wenner-Schlumberger	3	$1/n^2$	垂直方向 側向變化
Pole-Dipole	2	$1/n^2$	側向變化
Pole-Pole	1	$1/2\pi a$	最差

註：探測深度'1'為最深，'2'為次深，依此類推。
垂直方向係指地層深度(Z)之方向，側向變化係指測線(X)之方向

2、地電阻施測作業

各種電極排列方法藉由平移電極和增加電極間距以達成二維量測之視電阻率影像剖面，以Wenner施測方式舉例(如 圖

3-23所示)，在等電極間距(間距=a)，首先以第 1 支及第 4 支電極分別為電流極C1、C2，第 2 支與第 3 支分別為電位極P1、P2，依此方式量測第 1 個之視電阻率值，接著在此等電極間距之下，重複向右平移 4 根電極棒，依序量測試電阻率值，所得成果即為第 1 層視電阻率值。再者，藉改變電極間距大小(間距=na)，所得成果為不同層之視電阻率值，因而得到完整似電阻影像剖面。各層深度係依據電極排列方式之幾何形狀而有所不同。

地電阻量測之測視電阻率影像剖面(pseudo-section)表示每一施測幾何（電極配置）所得到之視電阻率，必須透過反算分析才能反應出地層之實際電阻率分佈。而使用的反算軟體為 RES2DINV ver.3.54z,其反算分析之方法主要以正算模式為基礎，假設一電阻率分佈，量測之視電阻率可依據靜電學理論與有限元素法或有限差分法模擬預測，若設法改變電阻率分佈，使得預測值盡量逼近量測值，則可估計出地層之電阻率分佈。

3、現場環境及施測參數

ELN-E及ELN-W測線位於人工湖範圍北側河堤之聯絡道路，兩側線交錯，ELN-E側線起點交錯於ELN-W側線約在 190 公尺處；ELC測線為人工湖範圍內國道六號東草屯交流道路橋下方（如 圖 3-5a所示），嘗試藉由 2D地電阻測線所得之結果與航照判釋做一交互比對，以確定斷層存在之可能性。各測線於現場採用電極間距為 5 公尺，每條測線使用 48 個電極，各長 235 公尺，共獲得 2D地電阻影像剖面 940 公尺，各測線的施測參數如 表 3-12所示。

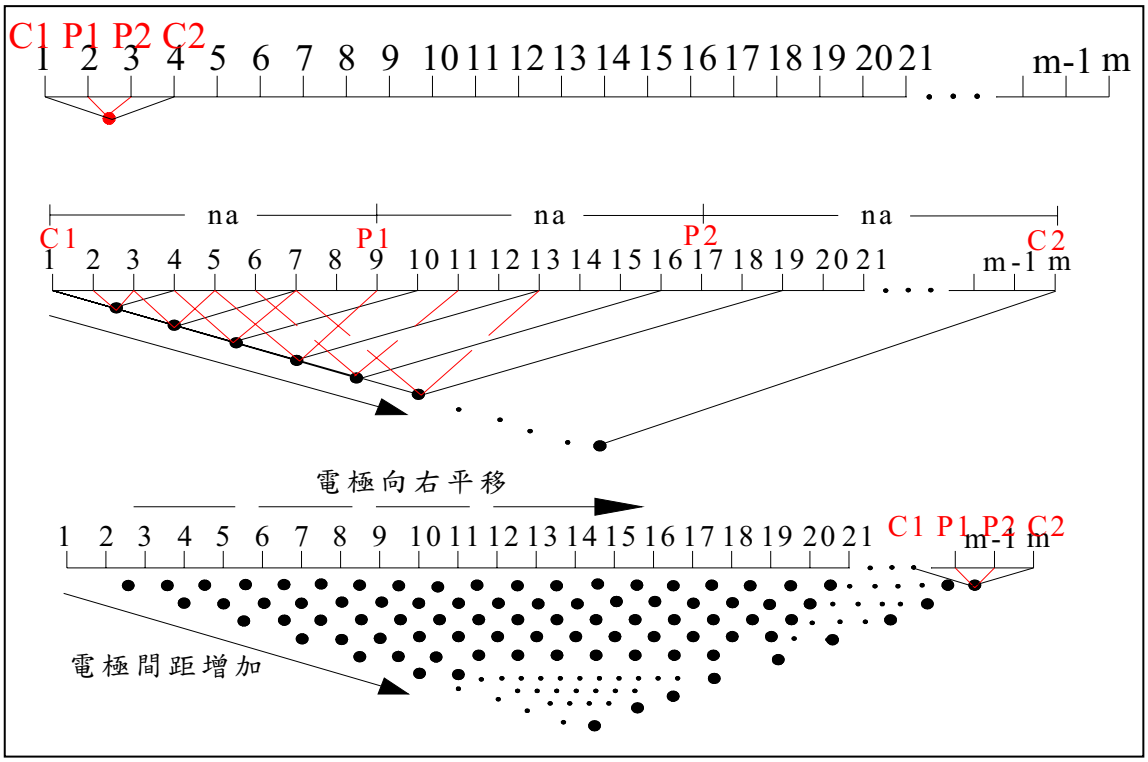


圖 3-23 地電阻影像探測施測示意圖

表 3-12 地電阻測線施測參數

測線名稱		ELD	ELC	ELN-E	ELN-W
電極間距(m)		5	5	5	5
電極數目		48	48	48	48
測線展距		235	235	235	235
施測方式		Wenner、Wenner-Schlumberger	Wenner、Pole-Pole、Pole-DiPole	Wenner、Pole-Pole	Pole-Pole
TWD67座標(m)	起點	(223222, 2655000)	(220593, 2655779)	(220644, 2656253)	(220456, 2656210)
	終點	(223394, 2655144)	(220697, 2655569)	(220877, 2656254)	(220691, 2656238)
	遠電極	N/A	(220413, 2655994) (220689, 2655218) (220712, 2655593)	(221252, 2656169) (220324, 2656291)	(220158, 2656314) (220127, 2656215)

ELD測線所經之地表情形如 圖 3-24a、b、c所示，整條測線位於河床灘地，自起點至 55 公尺處地表為大小礫石分布，過 55 公尺後為河中沙洲，地表有細砂堆積並長有茂密之灌木及草類，直至 200 公尺左右才又為礫石灘，過礫石灘後約 100 公尺後才為河道。ELN測線所經之地表情形如 圖 3-24e所示，

測線位於柏油路面上，以鑽孔方式將電極貫入地面，道路北側為烏溪堤防堆有大量消能塊，道路南側有一約 1 公尺寬 1.5 公尺深的溝渠存在。ELC測線所經之地表情形如 圖 3-24f、g 所示，測線自起點至 75 公尺段位於草叢中，地表植生密集，其餘之測線位於砂土路面上，此砂土道路近地表含有大量礫石。臨近測線南側約 3 公尺有開挖的排水溝渠，深約 2 公尺，寬約 1.5 公尺，正在進行排水溝工程。



圖 3-24 地電阻現場環境與施測情況

4、施測結果

(1)計畫堰址

ELD測線地電阻影像剖面如 圖 3-25、圖 3-26所示，兩個影像剖面是由不同施測方式，圖 3-25是採用Wenner法施測，探測深度達 36 公尺；圖 3-26是採用Wenner-Schlumberger法施測，探測深度達 42 公尺。由電阻率剖面可得知，其表層為高電阻率之形態，約 300~900(歐姆-公尺)，推測其是因為表層為礫石分佈，其中孔隙較多因而有高電阻的情形；深度在 4~6 公尺則有一明顯之低電阻率分界，約 50~200(歐姆-公尺)，可能是為水位處；此圖結果與圖 3-26結果相符合。在深度約 7~10 公尺處，出現電阻率明顯變化交接處，推測可能為岩盤所在位置。造成岩盤處低電阻率原因，推測處岩盤為膠結性不佳之疏鬆砂岩，故內部含有地下水，造成電阻率值偏低。整體而言，近地表 10 公尺內的土層無明顯側向變化存在，而在深度近 20 公尺處電阻率出現側向變化，由區域地質研判，電阻率側向變化為受到岩層位態向東傾斜及岩性影響，而產生斜向測線終點以及高電阻率區夾於低電阻率區之間。

(2)隘寮斷層線型調查

ELN-E測線地電阻影像剖面如 圖 3-27、圖 3-28所示，其中 圖 3-27是使用Wenner法施測之結果，其最深探測深度達 37 公尺；圖 3-28是使用Pole-Pole法施測之結果，其最深探測深度達 78 公尺。由 圖 3-27之電阻率剖面得知，近地表約 10 公尺為高電阻率之形態，約 300~900(歐姆-公尺)，推測是礫石層，推測岩盤在約 8~10 公尺處，其整體結果與圖 3-28淺層之電阻率分佈相似。地表下 30 公尺內地層側向

變化情形不顯著，然深度約 40 公尺，測線位置約 100 公尺處有一區高電阻之土層存在(詳見 圖 3-28左下角高電阻區域)，電阻率值約 300~900(歐姆-公尺)，與相臨之地層有極明顯的電學特性差異，極可能是因為受到地質作用而產生，推測可能是斷層通過的跡象。

ELN-W 測線地電阻影像剖面如圖所示，採用 Pole-Pole 法施測之結果，最深探測深度達 80 公尺。在測線位置 0 至 150 公尺區間近地表約 10 公尺內為一高電阻率之形態，約 400~800(歐姆-公尺)，推測是礫石層，岩盤在約 8~10 公尺處；測線 150-235 公尺區間近地表約 10 公尺內的電阻率值明顯較前段區間為低，約 80~200(歐姆-公尺)與 ELN-E 測線西側之近地表層電阻率分佈相似。測線位置 120-140 公尺位置是為 921 地震時地表受到抬升隆起的位置(詳見照片 3-2)，因此推論測線東西兩側近地表的差異與地層抬升攏起具有相關，在該段中亦可發現地表下 20~30 公尺的位置有較明顯的側向變化存在，繼續往深度約 50 公尺處發展而至高電阻率地層，其電阻率約 100~300 (歐姆-公尺)，與相臨之地層有極明顯的電學特性差異，推測可能是 921 地震時所產生的伴生斷層通過跡象。

ELC測線的結果如 圖 3-30、圖 3-31及 圖 3-32所示，其中 圖 3-30是採用Wenner法施測，探測深度達 35 公尺；圖 3-31是以pole-dipole法施測，探測深度達 60 公尺；圖 3-32是使用pole-pole法施測，探測深度達 90 公尺。由 圖 3-30中之結果顯示，在測線位置 10 至 70 公尺處表層為低電阻率，推估是地表積水，而內部土壤為飽和狀態造成，電阻率約 10~100(歐姆-公尺)；而 70 公尺以後的部份則較為乾

燥。此結果與圖 3-31、圖 3-32之淺層電阻率結果雷同，而此三種不同施測法結果皆顯示測線西側下方有一區高電阻存在，約 200~500(歐姆-公尺)，與臨近土層有明顯的差異，極可能是因為受到地質作用而產生，推測可能為斷層通過的跡象。

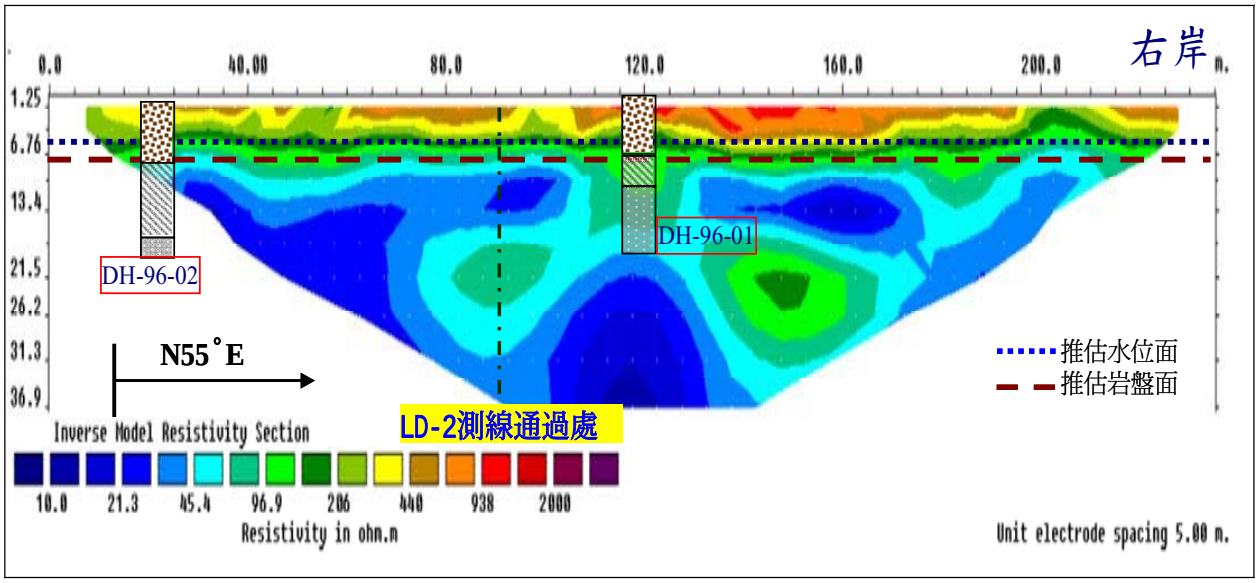


圖 3-25 測線 ELD 地電阻剖面(Wenner)

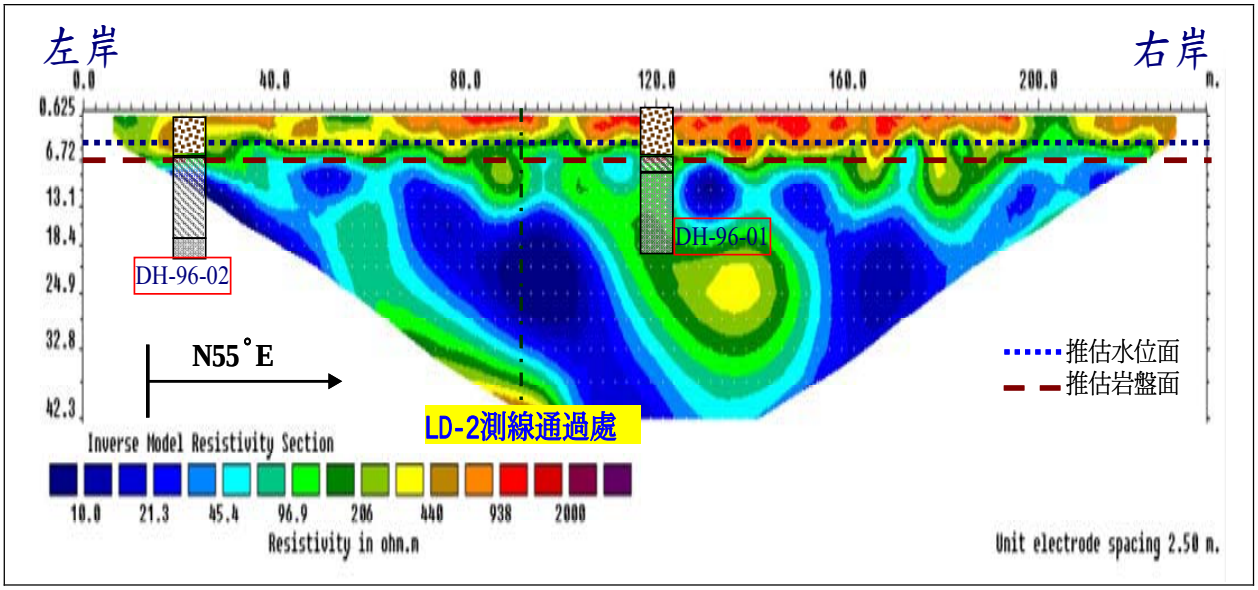


圖 3-26 測線 ELD 地電阻剖面(Wenner-Schlumberger)

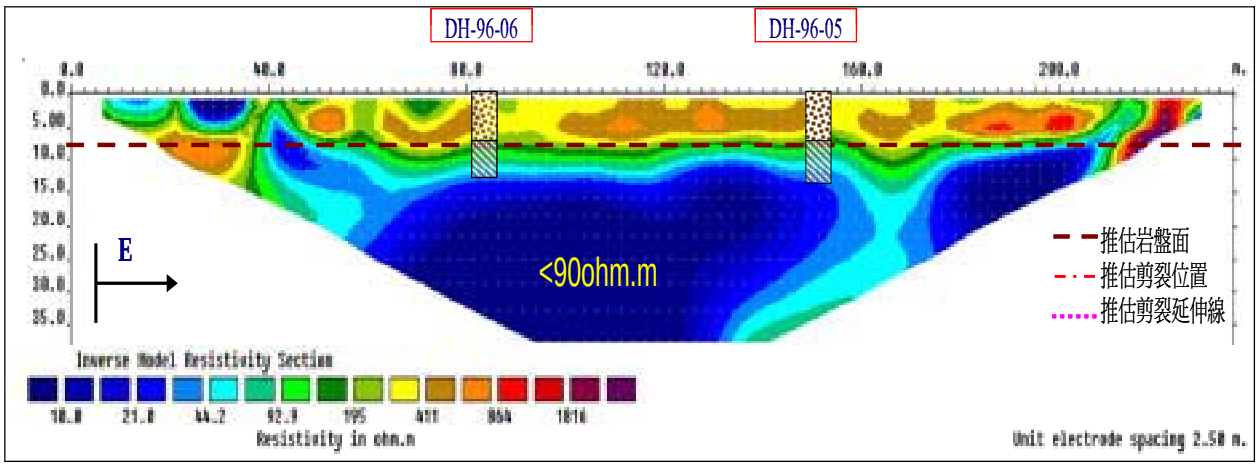


圖 3-27 測線 ELN-E 地電阻剖面(Wenner)

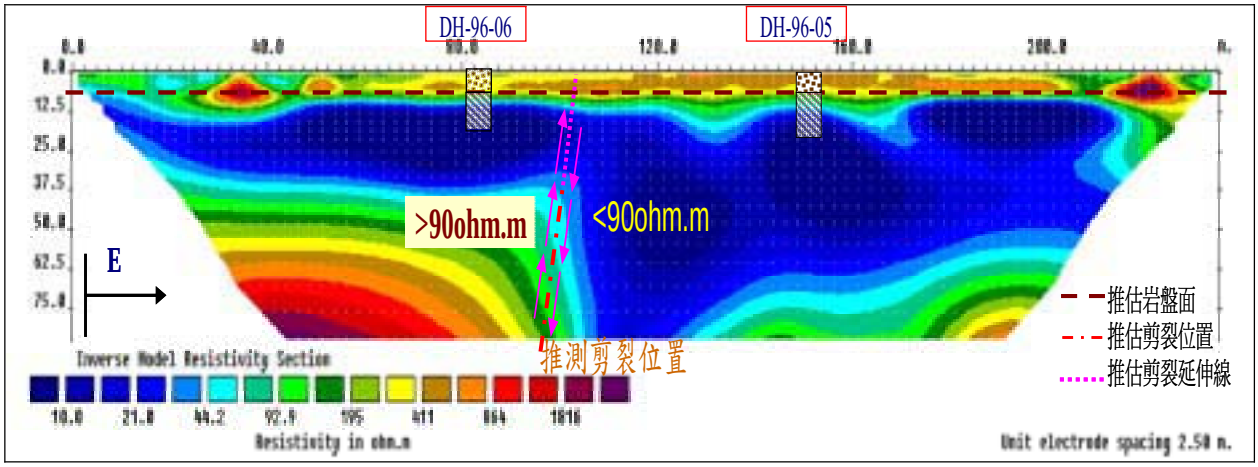


圖 3-28 測線 ELN-E 地電阻剖面(Pole-Pole)

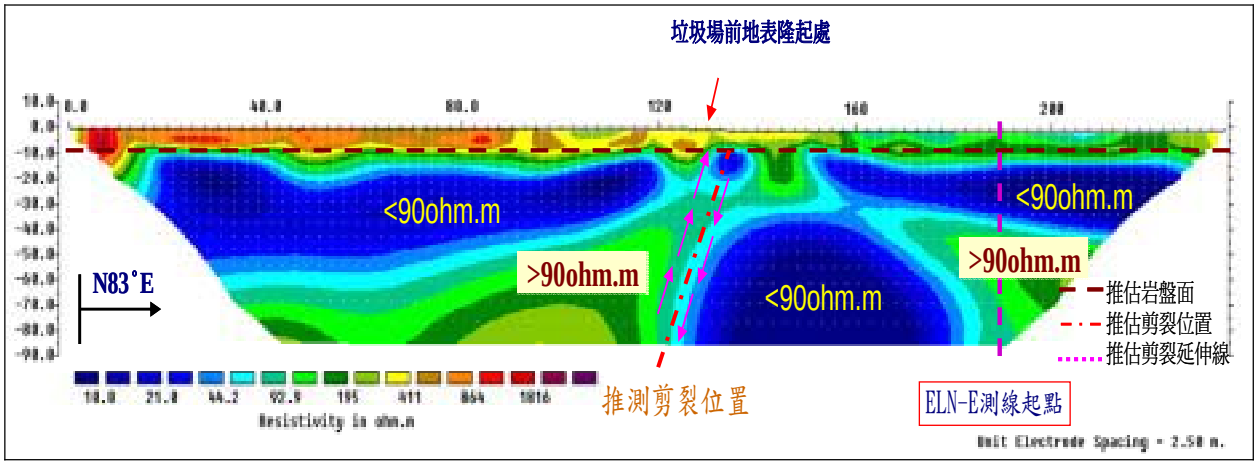


圖 3-29 測線 ELN-W 地電阻剖面(Pole-Pole)

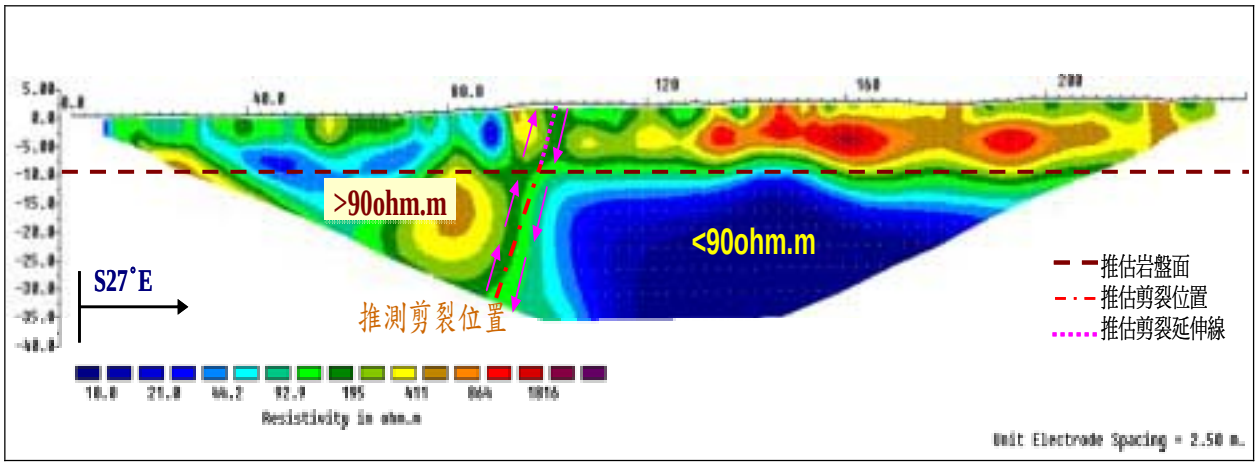


圖 3-30 測線 ELC 地電阻剖面(Wenner)

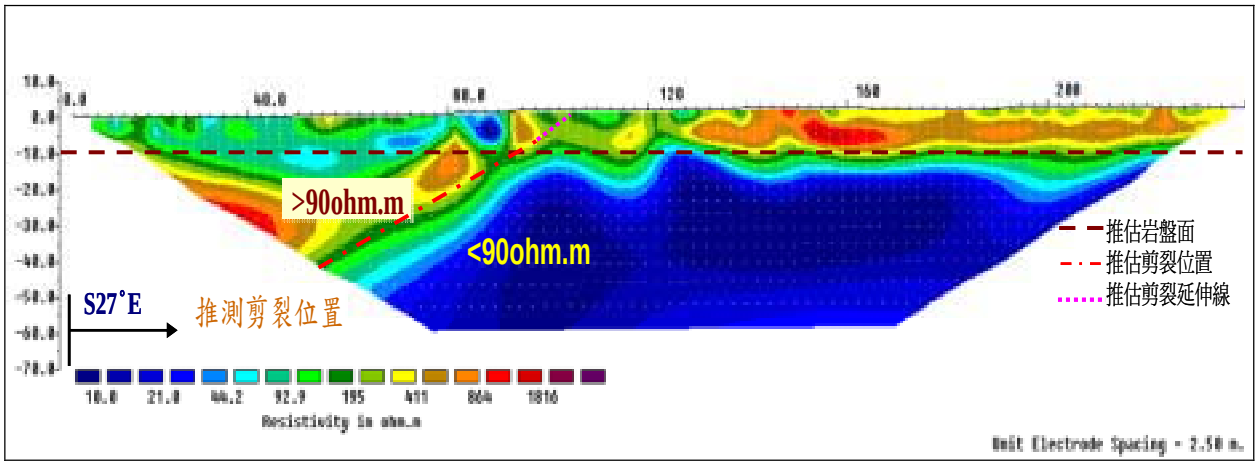


圖 3-31 測線 ELC 地電阻剖面(Pole-Dipole)

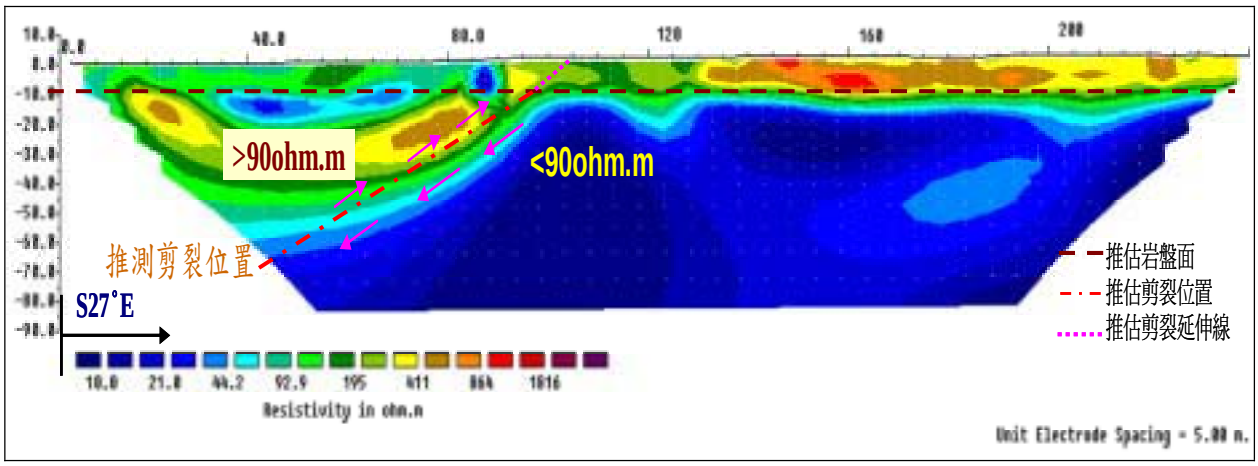


圖 3-32 測線 ELC 地電阻剖面(Pole-Pole)

(三)1D 地電阻探測

在 1D 地電阻探測方法中，主要可分為垂直電探法（Vertical Electrical Sounding）與側向電探法（Lateral Electrical Profiling）。垂直電探法主要應用於探測地質狀態隨深度的水平層狀變化，較常使用的電極排列方式為 Wenner array 以及 Wenner-Schlumberger array，一般工程實務上於地表佈設四根電極棒，分別為一組電流極（C1、C2）與一組電位極（P1、P2），而在施測過程中逐步擴大電流極間距與電位極間距，當電流極間距逐漸增加時，電流有自地表淺層逐漸向深層流動的趨勢，因此得以量測地層於不同深度的電性反應，以進一步求得各地層深度的視電阻率分佈。

1、現場環境與施作

本計畫共規劃 12 條 1D地電阻測線：VES-01 至VES-12，其主要目的在輔助計畫區內地下水位面以及岩盤面的測定。為能協助比對地下水位面及岩盤面的位置，測線VES-01 及VES-02 分別佈設於鄰近水位觀測井DW-96-12 及DW-96-10，其餘 10 條測線，考量用地以及地形環境均勻佈設。其所使用之排列方法皆為Schlumberger，測線展距各長 200 公尺，探測深度皆為 50 公尺。現地各測線施測中心點位置及高程詳見 表 3-13。

試驗進行之初期，因計畫區內農地尚未開始收割，測線VES-01-VES-04 及VES-07 共五條測線佈設於農路上鑽孔施作，如 圖 3-33a~d，在試驗進行之後期，恰逢收割時期，因此VES-05、VES-06、VES-08 至VES-12 皆可於農田中施作，如 圖 3-33e~f。而測線VES-09 在施測時，因長度考量故前半段進入草叢、後半段則跨過道路進入農田；另VES-06 及VES-

07 測線位置位於計畫區南側高台上。而在試驗施測方面，因採用Schlumberger排列，故測線由近逐漸向遠處延伸，以藉此獲得不同深度之電阻值。

表 3-13 1D 地電阻測線施測位置

點位名稱	TWD67 座標 E(m)	TWD67 座標 N(m)	ELV(m)
VES-01	220941	2656219	114.430
VES-02	221778	2655539	123.185
VES-03	221927	2655420	124.923
VES-04	222263	2655437	127.920
VES-05	220965	2655351	119.028
VES-06	221768	2655241	126.473
VES-07	221508	2655230	123.834
VES-08	220686	2655379	115.145
VES-09	220477	2655449	112.498
VES-10	220489	2655404	113.341
VES-11	220547	2655202	114.979
VES-12	220078	2655512	110.699



圖 3-33 1D 地電阻現場環境與施測情況

2、試驗結果與分析

VES-01 至VES-12 十二條測線所得之地層剖面如 圖 3-34 至 圖 3-45所示，其係是利用Schlumberge施測法所得到之不同深度視電阻率值，採用莫斯科州立大學所發展之IPI2Win v.2.1 軟體進行反算，施測成果與反算成果圖詳見附錄五，依其所得之視電阻值率將地層做一概略區分，以瞭解計畫區內地層分佈之概況。各測線在理論影響深度上皆可到達地表下 50 公尺處，然而因為地電阻探測有隨著深度增加而降低解析度的特性，在此次的所有探測中，深度 30 公尺以下皆為半無限域地層，因此在圖中僅繪至地表下 30 公尺的深度。而 圖 3-34 與 圖 3-35中所標示之地下水位面及岩盤面，係由水位觀測井 DW-96-12 及DW-96-10 鑽探所得之水位及岩盤深度，藉此做為 1D地電阻所測得之地下水及岩盤位置比較基準。

(1)VES-01 測線

VES-01 測線電阻率地層剖面如 圖 3-34所示，整體地層電阻率剖面顯示隨著深度的加深地電阻率值有越低的情形，在地表下 3 公尺位置有較大的變化值，地電阻值由約 260(歐姆-公尺)降至約 70(歐姆-公尺)，根據與DW-96-12 觀測井比對的結果顯示，此一劇烈地電阻變化區與平均地下水水位面極為接近，其正確地反應出地下水水位面的位置。然而反觀將其與岩盤位置進行比對的結果顯示，1D地電阻的探測結果並不理想，其一方面受到深度增加而降低解析度的影響，另一方面也因為岩盤已在地下水面以下，對於地電阻探測而言，在低電阻地層以下的地層將受到低電阻率地層的影響而有較大的誤差產生，雖亦能提供一參考資訊，但應謹慎使用。在此處，岩盤受到上方含水的影

響而無法清楚確認其位置。

(2)VES-02 測線

VES-02 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-35所示，整體地層電阻率剖面顯示隨著深度的加深地電阻率值有越低的情形，在地表下 5.5 公尺位置有較大的變化值，地電阻率值由約 400(歐姆-公尺)降至約 110(歐姆-公尺)，根據與DW-96-10 觀測井比對的結果顯示，此一劇烈地電阻率變化區與平均地下水水位面接近，其大致反應出地下水水位面的位置。但將所得之地層與岩盤位置進行比對的結果顯示，1D 地電阻的探測結果並不理想，其一方面受到深度增加而降低解析度的影響，另一方面也因為岩盤已在地下水面以下，對於地電阻探測而言，在低電阻率地層以下的地層將受到低電阻率地層的影響而有較大的誤差產生。在此處，岩盤受到上方含水的影響而無法清楚確認其位置。

(3)VES-03 測線

VES-03 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-36所示，地層電阻率剖面顯示在地表下 5 公尺以內電阻漸升至約 700(歐姆-公尺)，而後驟降至 30(歐姆-公尺)上下，這其中在地表下約 1 公尺處夾有一層約 1 公尺厚的低電阻層(約 80(歐姆-公尺))。根據VES-01 及VES-02 比對的結果，地下水位面可以以電阻率驟降的位置搭配合理的低電阻率值(約 <200(歐姆-公尺))做為判斷依據，以此而言，在本測線中，地表下 0.9 公尺以及地表下 4.7 公尺處皆有地電阻驟降的情形，然而本測線的施作是位於田間農路上，路堤本身已有約 1 公尺半的高度，因此評估此處地下水水位面在地表下 4.7 公尺的位置。此地層電阻率剖面未反應出岩盤可能存在

的位置。

(4)VES-04 測線

VES-04 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-37所示，地層電阻率剖面顯示在地表下約 3 公尺以內電阻率漸升至約1280(歐姆-公尺)，而後驟降至 100(歐姆-公尺)上下，於地表下約 7 公尺的位置地電阻有稍增的現象。推估地下水水位面在地表下 2.7 公尺的位置，地表下 7.4 公尺處的地電阻稍增的現象可能是反應岩盤存在的位置。

(5)VES-05 測線

VES-05 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-38所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表約 300(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 2 公尺處為約 60(歐姆-公尺)，而後於地表下約 5 公尺的位置地電阻有稍增的現象。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 0.5 公尺處便有電阻驟降的情形，而後於地表下約 2 公尺處亦有電阻驟降情形，考量此測線施作是位於農田中，若地下水水位在地表下約 0.5 公尺處，則施作時插入的電極棒可明顯感受到因地下水存在而使土壤軟爛的情形，但在施作進行中並未發現此一現象，農田呈現乾燥翻鬆，因此評估此處地下水水位面約在地表下 2.4 公尺的位置，地表下 5.2 公尺處的地電阻稍增的現象可能是反應岩盤存在的位置。

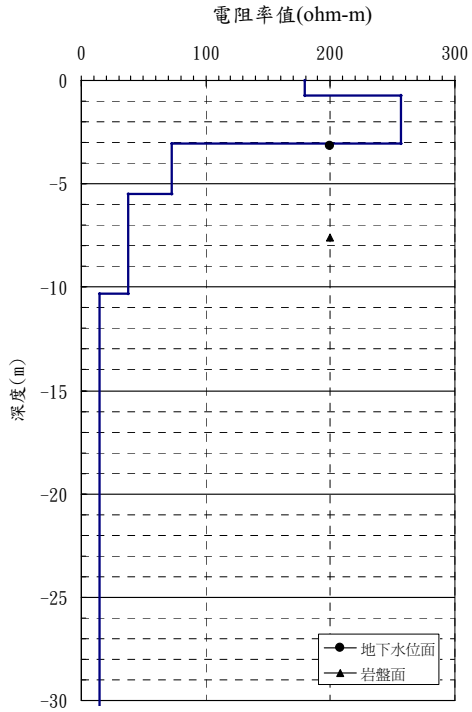


圖 3-34 VES-01 測線地層剖面

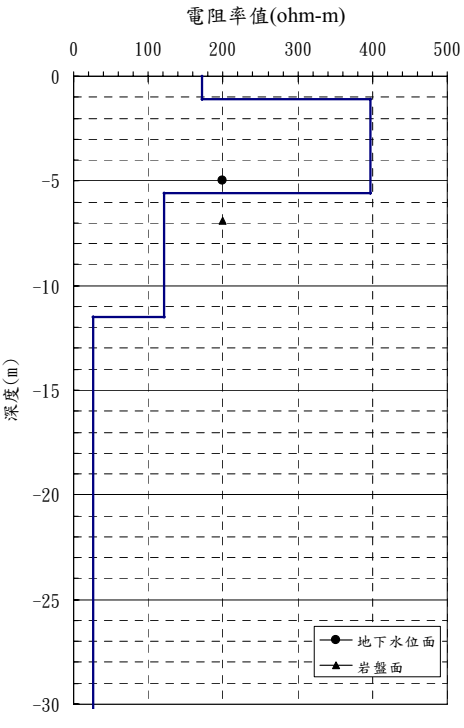


圖 3-35 VES-02 測線地層剖面

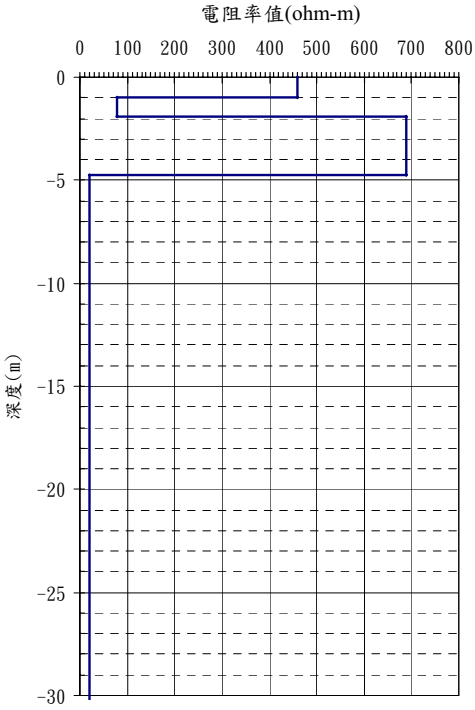


圖 3-36 VES-03 測線地層剖面

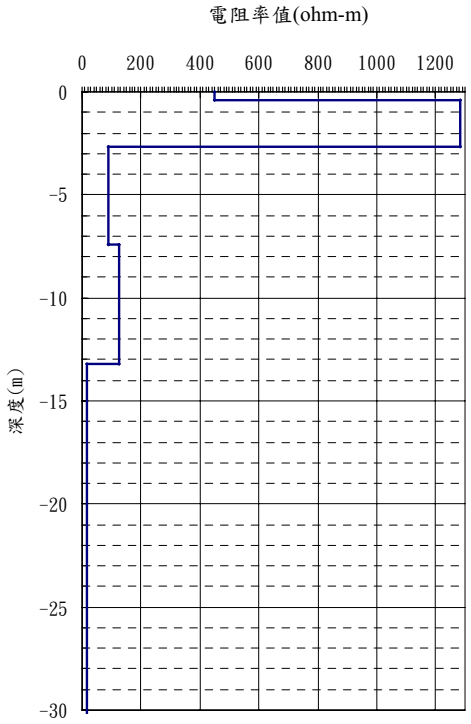


圖 3-37 VES-04 測線地層剖面

(6)VES-06 測線

VES-06 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-39所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表約 500(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 0.5 公尺處約 90(歐姆-公尺)，繼續降至地表下約 5 公尺處 50(歐姆-公尺)，再往深而繼續有電阻率降低的情形。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 0.5 公尺處便有電阻驟降的情形，而地表下約 5 公尺處的變化並不大，測線施作位置位於山邊高台，地形的變化以及側向的變異對於近地表的施測會有一定的影響，若於地表下 0.5 公尺處是為地下水水位面，在周邊山溝應能發現有出水的情形，但並未觀察到此情形，因此評估此處地下水水位面較可能在地表下約 5.2 公尺的位置。此地層電阻率剖面結果沒有反應出岩盤可能存在的位置。

(7)VES-07 測線

VES-07 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-40所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表約 150(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 1 公尺處約 130(歐姆-公尺)，繼續降至地表下約 2.5 公尺處 80(歐姆-公尺)，而後由地表下約 5 公尺處驟增至約 230(歐姆-公尺)，於地表下約 11 公尺處降回約 120(歐姆-公尺)。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 1 公尺處位置的電阻降低並不顯著，至地表下 2.6 公尺位置的電阻下降較明顯，推估該處為地下水水位面。而在地表下 4.7 公尺處有電阻驟然升高至 230(歐姆-公尺)的情形，在此並不樂觀的認為此為反應岩盤位置的可能，一般而言在地下水位面以下的地層其電阻值受到水的低電阻的影響會有低估的情形。由VES-01 以及VES-02 的比對結果，以及其它

測線的結果判斷，此處岩盤的電阻值並未有可產生如此高的電阻差異的可能，因此對此一層的存在具有懷疑，此懷疑除上述推論外，亦因為此測線施作位置位於山邊且測線上有高低差異，在側向變化與地形效應的影響下，其實際的影響程度並不易評估，因此評估結果，並不認為此位置是岩盤位置。

(8)VES-08 測線

VES-08 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-41所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表約 700(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 4.5 公尺處約 80(歐姆-公尺)，繼續降至地表下約 10 公尺處 20(歐姆-公尺)。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 4.5 公尺處的電阻驟降明顯，估計該處便是為地下水水位面可能的位置。此地層電阻率剖面結果沒有反應出岩盤可能存在的位置。

(9)VES-09 測線

VES-09 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-42所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表約 560(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 2 公尺處約 420(歐姆-公尺)，繼續降至地表下 4 公尺處 30(歐姆-公尺)，再往深至地表下 10 公尺處電阻率有稍增的情形。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 2 公尺處便有電阻下降的情形，但其下降至約 440(歐姆-公尺)，此一值與其他測線中顯示出的地下水電阻高出許多，判斷並非是地下水水位面，而地表下 4 公尺處的電阻有驟降情形，降至約 30(歐姆-公尺)，因此評估此處地下水水位面較可能在地表下約 4 公尺的位置。在地表下 10 公尺處的電阻稍增推測是反應出岩盤可能存在的位置，但因深度至

地表下 10 公尺，其解析度已較差，估計可能會有 2 至 3 公尺的誤差範圍。

(10)VES-10 測線

VES-10 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-43所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻自地表約 120(歐姆-公尺)開始降低至地表下約 1 公尺處約 60(歐姆-公尺)，繼續降至地表下 4 公尺處 50(歐姆-公尺)，再往深至地表下約 9 公尺處電阻有明顯上昇的情形，至地表下 15 公尺後降回 20(歐姆-公尺)。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 1 公尺處便有明顯電阻下降的情形，推估為地下水水面的位置。地表下 8.6 公尺處電阻有明顯上昇的情形，在此並不樂觀的認為此為反應岩盤位置的可能，一般而言在地下水位面以下的地層其電阻值受到水的低電阻的影響會有低估的情形。由VES-01 以及VES-02 的比對結果，以及其它測線的結果判斷，此處岩盤的電阻值並未有可產生如此高的電阻差異的可能，因此對此一層的存在具有懷疑，在使用上應謹慎。又此顯示之疑似岩盤面位置位於地表下 8.6 公尺處，地電阻探測有隨著探測深度的增加而解析度降低的情形，因此估計其至少有 2 至 3 公尺的誤差範圍。

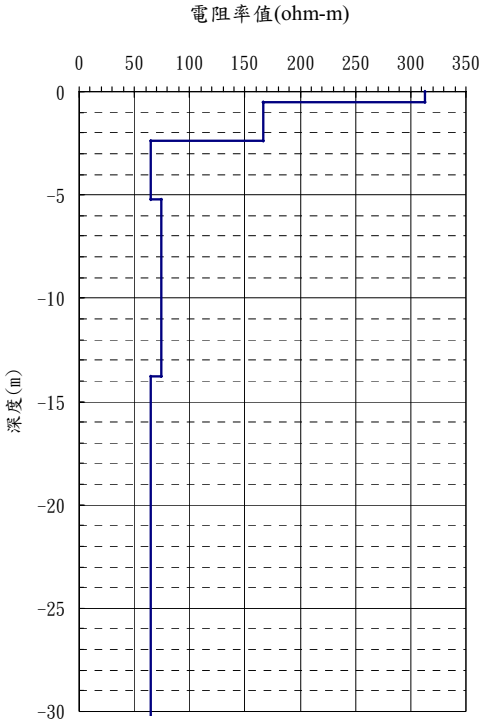


圖 3-38 VES-05 測線地層剖面

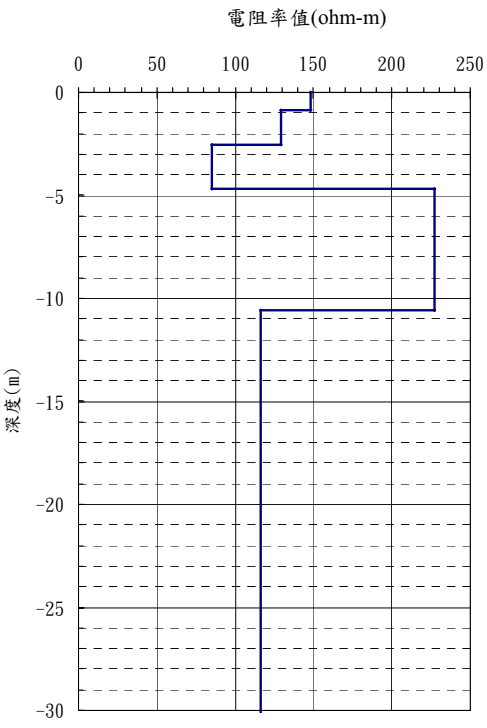


圖 3-40 VES-07 測線地層剖面

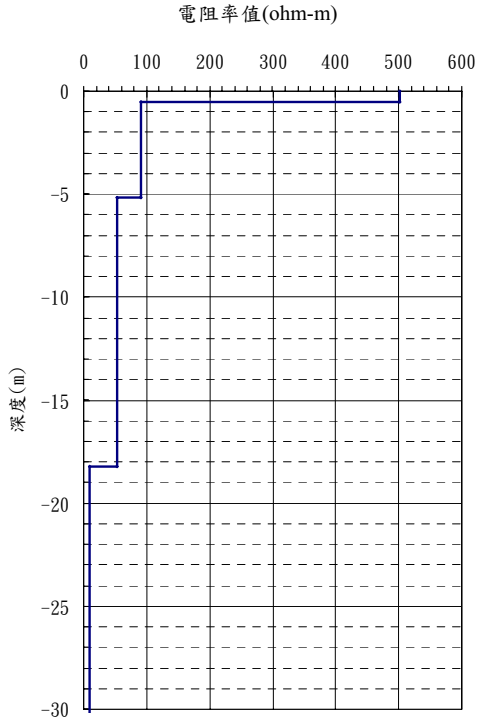


圖 3-39 VES-06 測線地層剖面

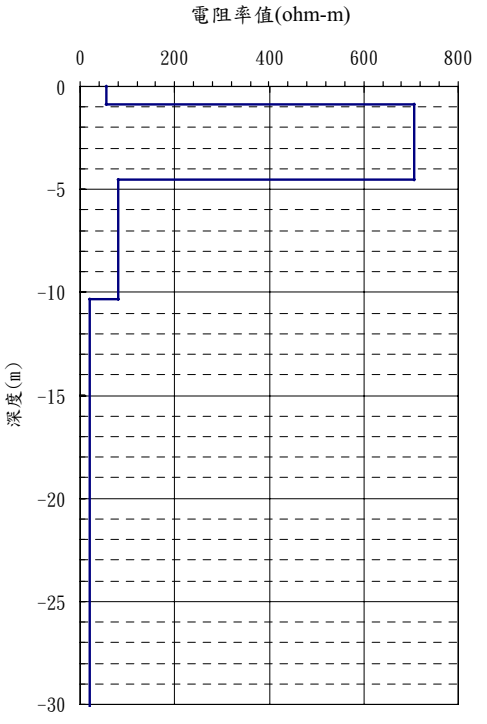


圖 3-41 VES-08 測線地層剖面

(11)VES-11 測線

VES-11 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-44所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻自地表下 1 公尺約 390(歐姆-公尺)開始至地表下約 11 公尺處驟降至約 40(歐姆-公尺)。自地層電阻率剖面觀察，在地表下約 10.9 公尺處的電阻驟降明顯，雖然該處可能為地下水水位面位置，但更進一步比較，若 10.9 公尺處為地下水水位面，則此水位面高程為 104.1 公尺，將此高程與較靠近烏溪處的DH-96-04 鑽探孔所量測得的水位面高程 109.7 公尺相比會發現，距離山側較近的VES-11 測線處水頭將較低，則表示在量測時水流將自靠溪岸處往山側流，這現象與整體觀測所得之地下水水流方向不符，因此評估此電阻驟降位置不可認為是地下水水位面，並推論地下水水位面應是在離地表再近點的位置。然而由此測線所得之地層電阻率剖面上並未能在較淺的位置有顯示此可能位置之存在。推測，本測線在施作的環境上，雖佈設於農田中，但因尚有農作物而只能貼近農路並與其平行施作，農路的存在造成測線所屬的環境與 1D地電阻垂直測線方向上無變化的基本假設不符，若在側向上亦有側向變化，則在測線垂直向以及側向上變化的電阻就會被錯誤的估計為垂直向的變化，因此不將此測線結果納入結果評估中。

(12)VES-12 測線

VES-12 測線的地電阻率地層剖面如 圖 3-45所示，地層電阻率剖面顯示該處電阻率自地表下 1 公尺約 560(歐姆-公尺)開始漸增，至地表下約 3.5 公尺約 640(歐姆-公尺)，而後至地表下約 7 公尺處驟降至約 40(歐姆-公尺)。自地層

電阻率剖面觀察，在地表下約 7.4 公尺處的電阻驟降明顯，雖然該處可能為地下水水位面位置，但更進一步比較，若 7.4 公尺處為地下水水位面，則此水位面高程為 103.7 公尺，將此高程與較靠近烏溪處的DH-96-04 鑽探孔所量測得的水位面高程 109.7 公尺相比會發現，距離山側較近的 VES-12 測線處水頭將較低，則表示在量測時水流將自靠溪岸處往山側流，這現象與整體觀測所得之地下水水流方向不符，因此評估此電阻驟降位置不可認為是地下水水位面，並推論地下水水位面應是在離地表再近點的位置。然而由此測線所得之地層電阻率剖面上並未能在較淺的位置有顯示此可能位置之存在。推測，本測線在施作的環境上，雖佈設於農田中，但鄰近測線兩側有溝渠存在，且貼近一樹冠約有 10 公尺之大榕樹施作。溝渠的存在造成測線所屬的環境與 1D地電阻垂直測線方向上無變化的基本假設不符，且鄰近大榕樹施作，其下方土層中被其根系分佈其中，存在有地層之側向變化，此環境會使在測線垂直向以及側向上變化的電阻就會被錯誤的估計為垂直向的變化，因此不將此測線結果納入結果評估中。

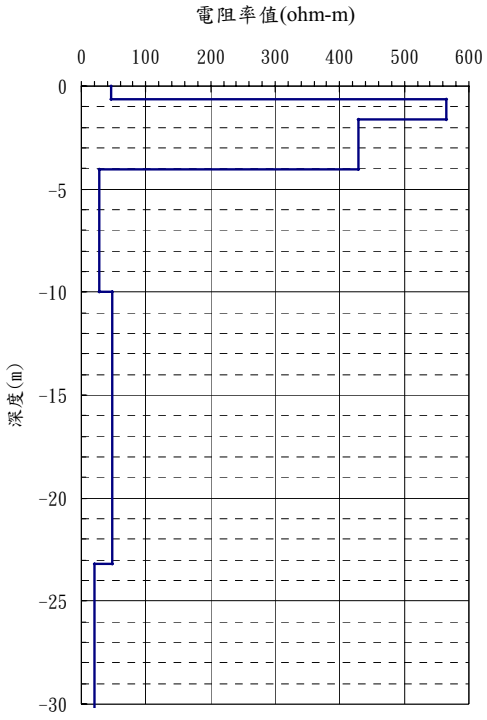


圖 3-42 VES-09 測線地層剖面

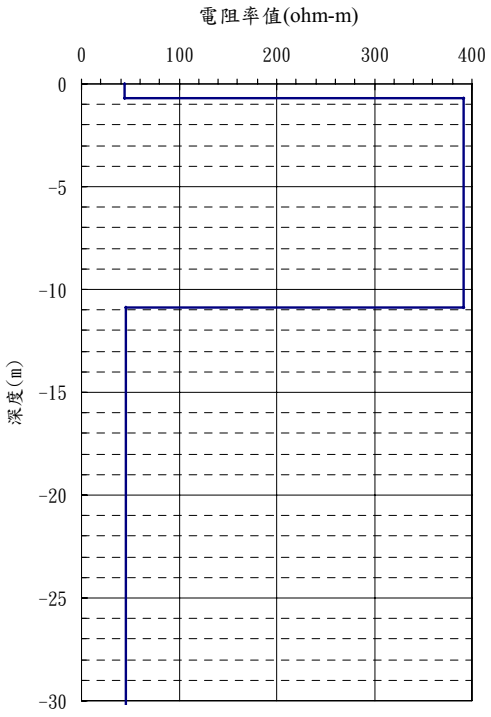


圖 3-44 VES-11 測線地層剖面

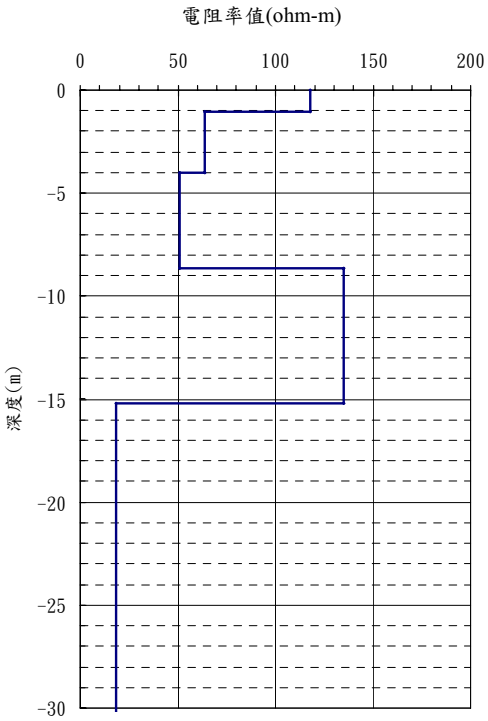


圖 3-43 VES-10 測線地層剖面

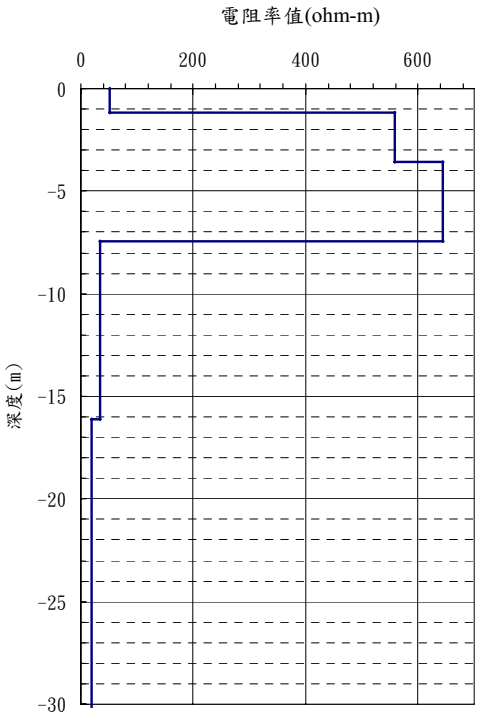


圖 3-45 VES-12 測線地層剖面

(四)地物結果綜合討論

1、計畫堰址處

由 ELD 及 LD-1 測線之結果可知，計畫堰址處平行堰軸的下方土層並無明顯的側向變化情形，而波速超越 1500 公尺/秒，電阻率明顯垂直變化交界處，推測岩盤深度估計是位於地表下 7~10 公尺處，但此並非表示該處區域地層呈現水平層狀，在 LD-2 測線的結果中可知下方地層應存在有一傾角（此地層傾角之角度需藉由地表地質調查獲得），在平行堰軸的方向上並未有明顯的側向變化的原因推測是因為此方向與地層之走向接近平行，因此呈現約略水平。而在 ELD 測線 140 公尺位置下方所反應出的高電阻區域在 LD-1 的震測結果中，因其探測深度不足而無法評估其可能之工程性質及影響，因此建議若在整體評估後認為其有被進一步瞭解的必要，應另行進行試驗釐清。

2、推估斷層線型之探測

根據周圍已知斷層及航照判釋結果推測，隘寮斷層應為一高角度之背衝斷層，即斷層之西側地層受到抬升或東側地層下沉，由 LN 及 LC 兩條震測測線的結果可間接推測在岩盤上方的沖積層有斷層可能通過的跡象，且吻合背衝斷層西側地層受到抬升的可能。此外，在此探測深度內在岩盤中並未有較為可確認有斷層通過的證據。然而藉由地電阻 ELN-E、ELN-W 及 ELC 測線以 pole-pole 法施測所得的較深處的結果顯示，推估斷層破裂線極可能在 ELN-E 測線約 100 公尺的位置，地表下約 40 公尺處通過，未延伸至地表。在地表下約 20 公尺處通過 ELC 測線約 90 公尺處，但難以確認其接近地表的出露位置。ELN-W 測線約 140 公尺地表隆起處下方土層，

有明顯電阻率側向變化，研判斷層破裂線不只一條，推估921地震伴生的隘寮斷層為高角度背衝斷層且具有數條分叉破裂線。

在ELN-E及ELC測線以pole-pole法施測的結果(圖 3-28及圖 3-32)，在ELN-E測線裡顯示出斷層可能通過的是高電阻率結果，但在ELC測線中卻是低電阻率結果，似乎有所衝突，事實上這樣的結果是可被合理解釋的。倘若此一斷層是一背衝斷層，則ELN-E測線是以接近垂直於斷層走向(夾角約為 85°)展開，其所得到的是normal方向上的結果。一旦到ELC的測線，其與斷層走向夾小角度(夾角約為 37°)，所得岩層傾角及斷層傾角為視傾角，表示傾角角度變緩。假設岩層傾角為20°，則視傾角為 12.35°，於ELN-E測線 0~80 公尺近地表之低電阻率層厚度約 25 公尺，則於ELC測線施測成果上銳減為5.5 公尺。如此推理，更可確認斷層通過的可能，惟此是較為深處的情形，難以確認近地表之位置。

3、地下水位面與岩盤面高程輔助調查

在前述 1D地電阻探測中已針對各個測線所獲得之地層電阻剖面進行分析與評估，將其以高程表示方式統一整理如 表3-14所示。在此需重申，地電阻探測有其必然存在的解析度，且在探測上有隨深度的增加而解析度變差的現象，目前尚無法絕對量化，其適各地層的不同而有所不同，因此在使用表中所列之資料時應當考量整體因素並搭配已有之資料進行其結果合理性的判斷與調整以期能有較佳的解讀結果。

表 3-14 1D 地電阻探測地下水位面與岩盤高程輔助調查結果

測線	VES-01	VES-02	VES-03	VES-04	VES-05	VES-06
水位高程(公尺)	111.2	118.2	120.2	125.2	116.6	121.3
岩盤高程(公尺)	106.8*	116.3*	---	120.5	113.8	---
測線	VES-07	VES-08	VES-09	VES-10	VES-11	VES-12
水位高程(公尺)	121.2	110.6	108.5	112.3	---	---
岩盤高程(公尺)	119.1**	---	102.5**	104.7**	---	---
備註	* 由水位觀測井直接獲得；**應考慮其解析度謹慎使用；---未有獲得					

四、岩盤面高程及沖積層厚度分析

依據農林航空測量所 1/5,000 像片基本圖，並配合現場測量鑽孔高程調整，繪製計畫區地形圖，如 圖 2-2所示，以此為基本圖，套合計畫區內本次鑽孔及文獻鑽孔岩盤深度(如 表 2-2所列)，利用Kringing內插方法進行岩盤高程分析，繪製岩盤面等高程圖(如 圖 3-46)。並利用已知岩盤深度資料，推估沖積層厚度繪製如 圖 3-47所示，以供材料調查砂石開採量評估計算。

岩盤面等高程分析圖中，岩盤高程介於 100~124 公尺之間。人工湖東側自東南往西北方向，岩盤高程由 124 公尺降低至約 113 公尺，位置約在人工湖(二)與人工湖(三)相交處，隨即在靠近草屯高階台地處，呈現往北北西方向降低，其岩盤坡降方向大致與地下水位流動方向一致(詳見第肆章)。另從沖積層厚度分析圖，提供在湖區內基岩位於地表下可能之深度，沖積層厚度約 6~10 公尺之間，人工湖(四)區南側地勢為高位階地之道路邊坡，岩盤深度可能較淺，約在 3~4 公尺間。

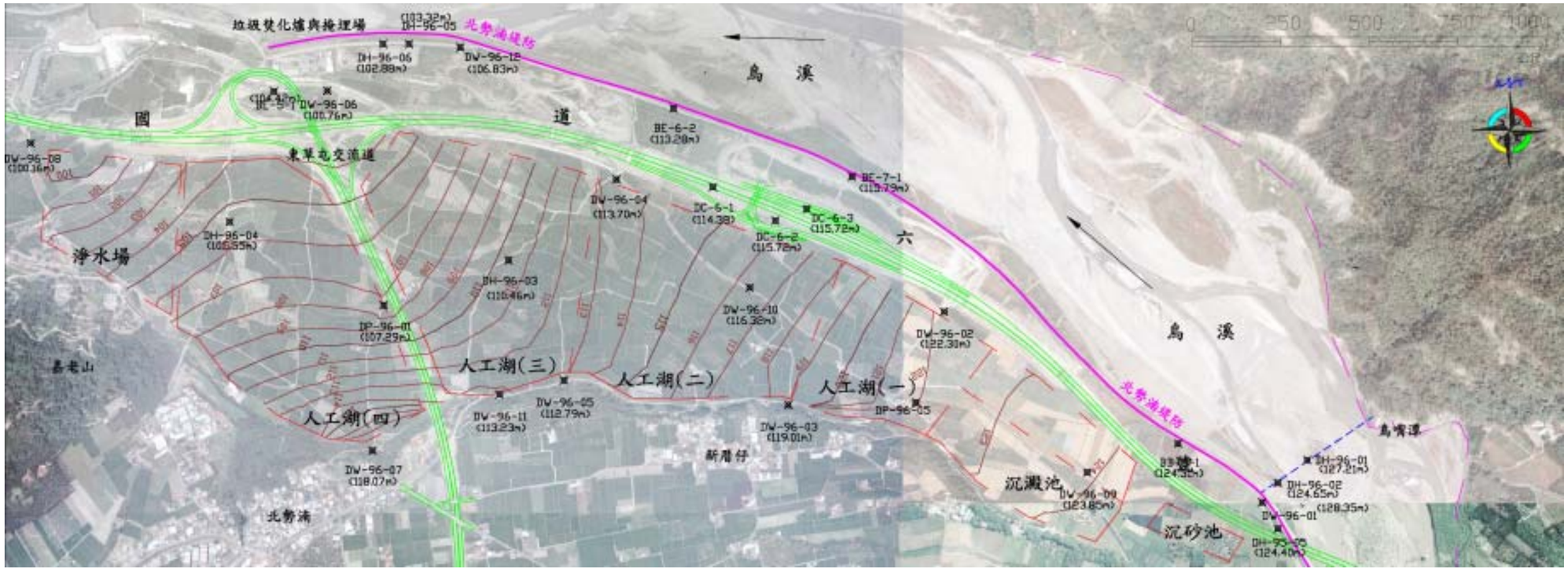


圖 3-46 岩盤面等高程圖

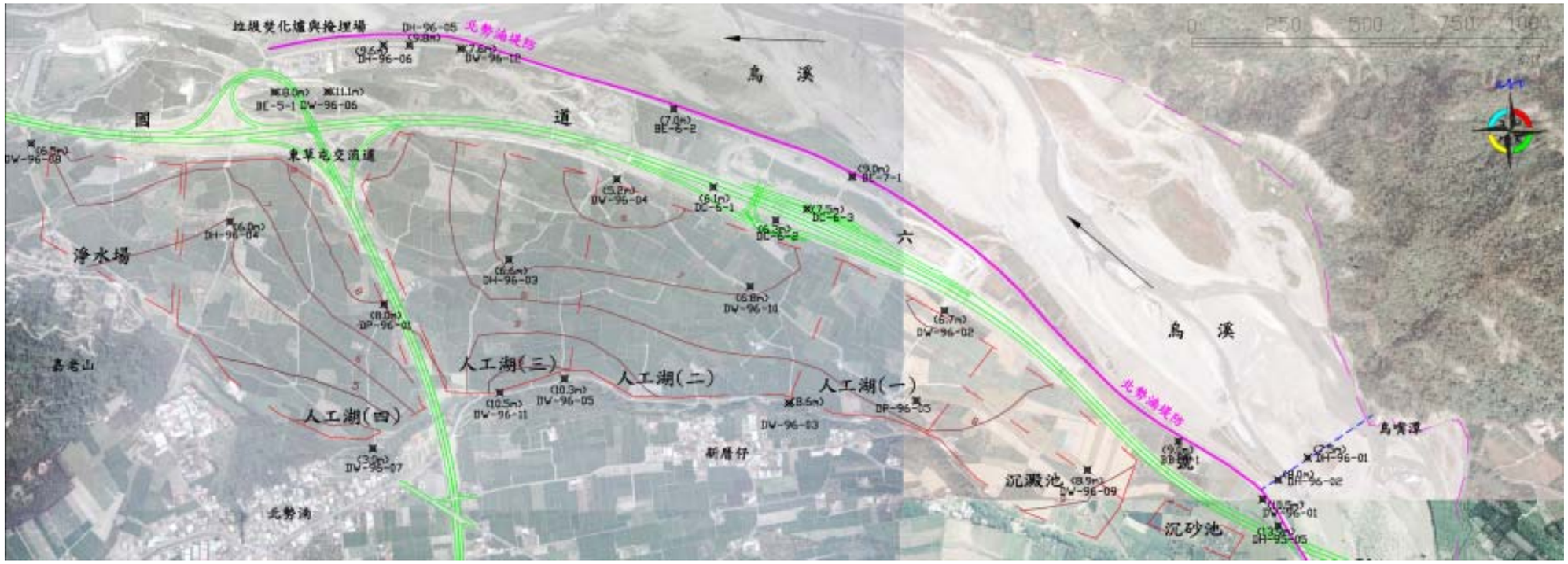


圖 3-47 沖積層等厚度圖

五、材料調查

人工湖計畫區內，選取 4 處試坑位置分別位於人工湖上游邊界、人工湖中心及人工湖下游邊界，尺寸皆為 2 公尺x2 公尺x2 公尺，調查目的為將來人工湖開挖所採之土石粒料，是否適合做為混凝土骨材所適用，因此進行篩分析試驗、比重試驗、吸水率試驗、單軸抗壓強度試驗、洛杉磯磨損試驗、健性試驗及鹼性反應試驗；此外，藉由鑽探資料得知礫石層厚度，從沖積層厚度分析成果及人工湖蓄水面積，推估礫石層開採量。試坑開挖過程及室內試驗成果分別說明如后：

(一)試坑開挖

本計畫共進行 4 處試坑開挖，分別在東側人工湖及西側人工湖各選擇 3 處及 1 處開挖，尺寸為 2 公尺x2 公尺x2 公尺，以怪手直接挖掘試驗坑，挖掘出之粒料以四分法平鋪散於一平整面，以利進行野外粗顆粒篩分析之用，試坑開挖完成後，擺設適當之比例尺加以拍照並做紀錄，描述地層狀況，並紀錄 GPS 座標位置，整理並製作試坑開挖成果表。試驗完成後，除取回實驗室篩分析所需之細粒料外，開挖之土石均立即回填壓實以回復原狀。

試坑開挖位置圖請參閱 圖 3-3，試坑座標及摘要資訊請見表 3-15，照片 3-5至 照片 3-8為DT-96-03 試坑開挖、現地篩分析及現場復原狀況，詳細之試坑開挖紀錄表請參閱附錄六。

表 3-15 試坑位置表

試坑編號	TWD67 座標		地表高程(m)	位置
	E(m)	N(m)		
DT-96-01	220724.0	2656229.2	132.8	東側人工湖
DT-96-02	222766.2	2654969.8	126.0	東側人工湖
DT-96-03	222031.4	2655326.6	118.7	東側人工湖
DT-96-04	221453.5	2655811.3	111.7	西側人工湖

(二)現地篩分析試驗

現地篩分析試驗由本計畫開挖 4 處試坑取得之土石進行，相關試驗裝置及試驗步驟均依照 ASTM C136 之規定。本計畫完成 4 處試坑，共計 4 組現地篩分析及實驗室篩分析。

現地篩分析(粗顆粒部分)以四分法施作，採用篩號為 3"、1.5"、3/4"、1/2"、3/8"與#4 篩，將各篩上停留之礫石分別秤重紀錄，大於 3"以上之礫石，則直接使用鋼捲尺量其粒徑並秤重，區分為 3"~6"、6"~12"、大於 12"等 4 個等級，同時紀錄各樣孔之最大石徑。

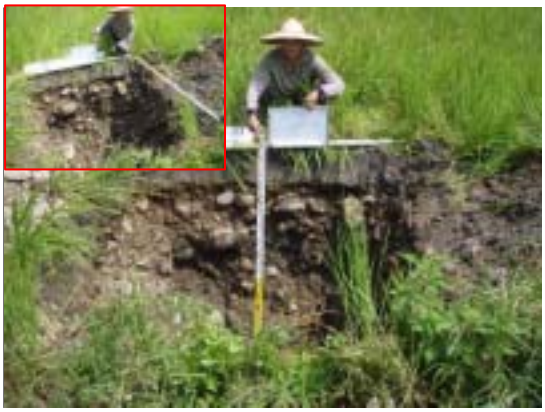
#4 篩為樣品現地試驗與實驗室試驗之分界號篩，土料(通過#4 篩者)進行實驗試篩分析，石料(停留於#4 篩者)於現地進行篩分析。將通過#4 篩者以四分法取小於#4 篩之材料，紀錄其重量後攜回試驗單位。

實驗室篩分析試驗依據 ASTM D421 及 ASTM D422 進行試驗。選用篩號組計有#4、#10、#20、#40、#60、#100 與#200 篩，將各篩上停留之砂秤重記量，然後依樣品重與採樣總重之比例，換算各顆粒徑別之停留重量。最後再與野外粗顆粒分析結果合併，並依各粒徑分別算出其停留百分比及通過百分率。

根據現地篩分析及室內篩分析成果(詳見附錄六)繪製粒徑分佈曲線如 圖 3-48至 圖 3-51所示，其均勻係數C_u大於 4.0，曲率係數C_d落在 1~3，屬於GW(優良級配礫石)。



照片 3-5 試坑開挖前



照片 3-6 試坑開挖後



照片 3-7 現場篩分析



照片 3-8 試坑回填後

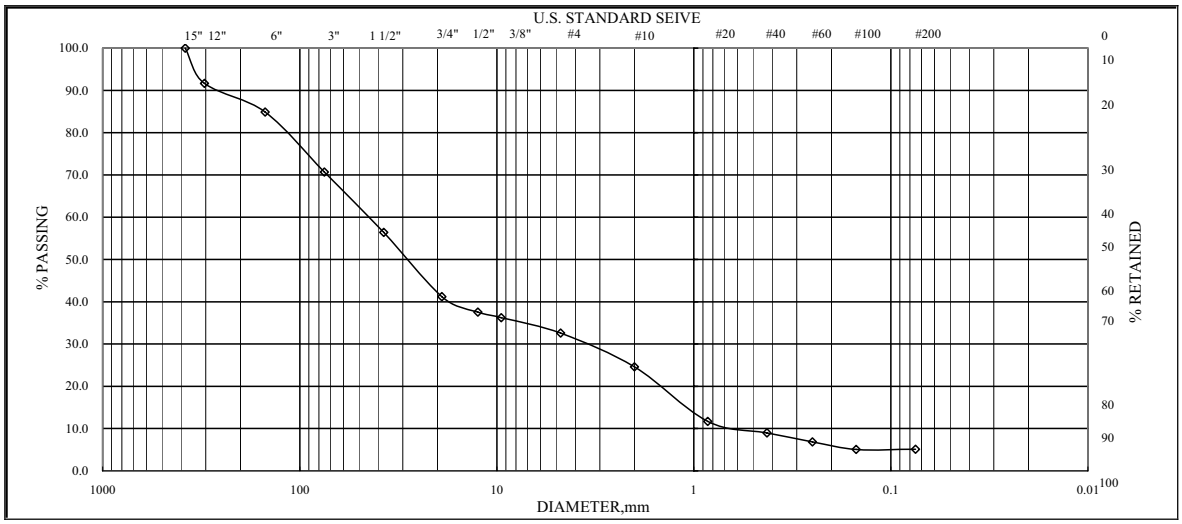


圖 3-48 DT-96-01 粒徑分佈曲線圖

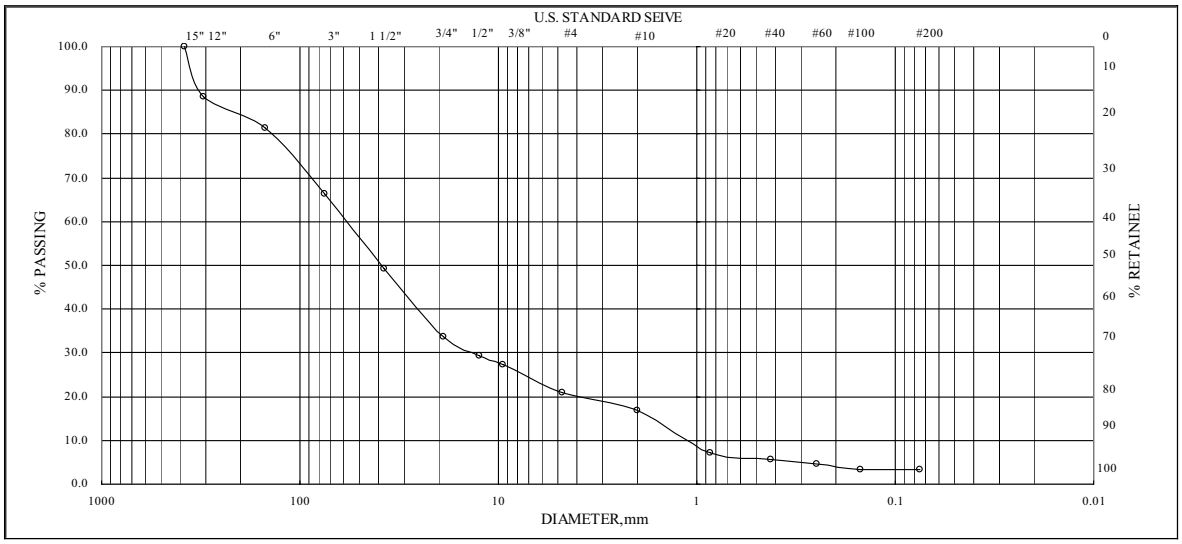


圖 3-49 DT-96-02 粒徑分佈曲線圖

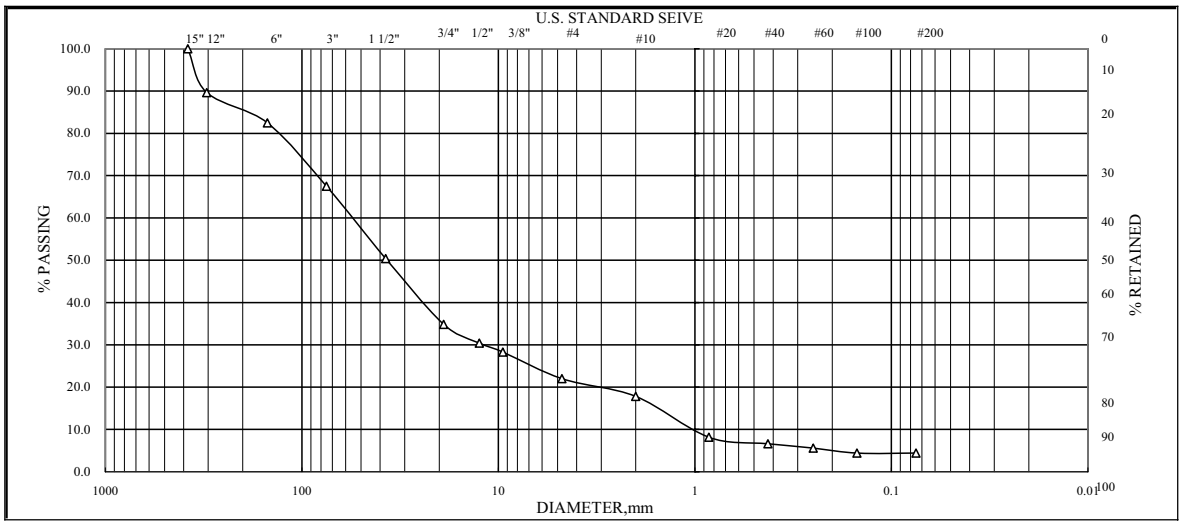


圖 3-50 DT-96-03 粒徑分佈曲線圖

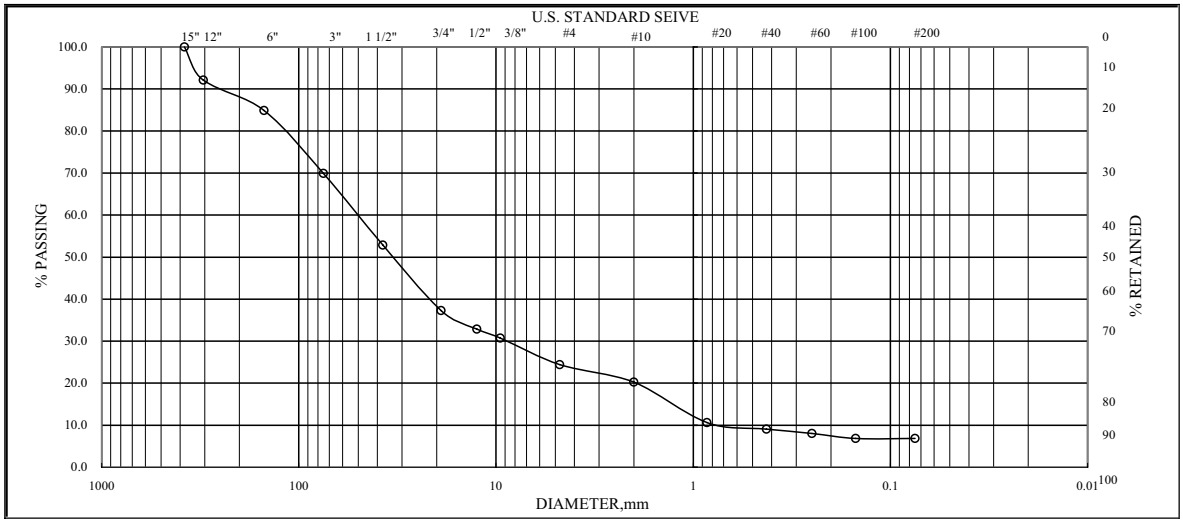


圖 3-51 DT-96-04 粒徑分佈曲線圖

(三)室內試驗

骨材材料試驗包含比重試驗、吸水率試驗、單軸抗壓強度、健性試驗及鹼性反應試驗等，各試驗方法及記錄表詳見附錄六，茲將成果整理如 表 3-16至 表 3-19分別說明如下：

1、比重試驗及吸水率試驗

本計畫共進行 8 組比重及吸水率試驗，本試驗依據CNS 488 規範進行，每個試坑進行 2 組實驗，試驗結果如 表 3-16 所列。8 組試驗成果的容積比重介於 2.64～2.65 之間；容積比重(面乾內飽和)介於 2.67～2.70 之間；視比重介於 2.72～2.75 之間；吸水率為 1.0%，均符合混凝土骨材之標準。

表 3-16 比重及吸水率試驗成果

試坑編號	試驗編號	容積比重	容積比重(面乾內飽和)	視比重	吸水率(%)
DT-96-01	DT-96-01-1	2.65	2.68	2.73	1.10
	DT-96-01-2	2.66	2.69	2.74	1.10
DT-96-02	DT-96-02-1	2.67	2.70	2.75	1.10
	DT-96-02-2	2.64	2.67	2.72	1.10
DT-96-03	DT-96-03-1	2.66	2.69	2.74	1.10
	DT-96-03-2	2.66	2.69	2.74	1.10
DT-96-04	DT-96-04-1	2.67	2.70	2.75	1.10
	DT-96-04-2	2.64	2.67	2.72	1.10

2、單軸抗壓強度

本計畫共進行 4 組單軸抗壓強度試驗，本試驗依據CNS 11319 規範進行，每處試坑試驗 1 組，每組選取 5 個試體，測求單壓強度平均值，詳見 表 3-17成果表所列。4 組試驗結果顯示單壓強度皆大於 1000 公斤/平方公分，甚至可達 2000 公斤/平方公分以上，均符合混凝土骨材之標準。

表 3-17 單軸抗壓強度試驗成果表

試坑編號	試驗編號	單壓強度 (kg/cm^2)	平均值 (kg/cm^2)	標準偏差 (kg/cm^2)
DT-96-01	DT-96-01-1	1,910	1,828	148.47
	DT-96-01-2	1,772		
	DT-96-01-3	1,607		
	DT-96-01-4	1,852		
	DT-96-01-5	1,998		
DT-96-02	DT-96-02-1	1,855	1,971	137.86
	DT-96-02-2	1,846		
	DT-96-02-3	2,038		
	DT-96-02-4	1,942		
	DT-96-02-5	2,175		
DT-96-03	DT-96-03-1	1,112	1,192	91.55
	DT-96-03-2	1,207		
	DT-96-03-3	1,089		
	DT-96-03-4	1,309		
	DT-96-03-5	1,243		
DT-96-04	DT-96-04-1	1,802	1,795	110.28
	DT-96-04-2	1,913		
	DT-96-04-3	1,664		
	DT-96-04-4	1,892		
	DT-96-04-5	1,705		

3、洛杉磯磨損試驗

本計畫依據 CNS 490 規範共進行 4 組洛杉磯磨損試驗，每組包含 2 次試體試驗成果，測求 500 轉之平均磨損率。洛杉磯消散磨損試驗之目的在於測試骨材之抗磨損力，鋼球(abrasive charge)種類及試驗條件取決於骨材尺寸及分類而定。洛杉磯儀為一中空鋼圓桶，其兩端密封。內徑為 711±5 公釐，內長為 508±5 公釐，中空鋼圓桶旋轉時之水平誤差必須小於 1/100。骨材大小對應之試體重量必須符合規範要求。表 3-18為試驗成果，4 組磨損率介於 14%~16.4%，皆小於 40%，均符合混凝土骨材之標準。

表 3-18 洛杉磯磨損試驗成果表

試坑編號	試驗編號	磨損率(500轉)(%)	平均值(%)
DT-96-01	DT-96-01-1	16.2	16.4
	DT-96-01-2	16.5	
DT-96-02	DT-96-02-1	14.7	14.6
	DT-96-02-2	14.4	
DT-96-03	DT-96-03-1	13.8	14.0
	DT-96-03-2	14.1	
DT-96-04	DT-96-04-1	15.6	15.8
	DT-96-04-2	15.9	

4、健性試驗及鹼性反應(細粒料)試驗

健性試驗依據CNS 1167 規範進行 4 組試驗，本試驗方法提供初步估算遭受風化作用後之粒料於用作混凝土或其他應用場合時粒料健度，將粒料重複 5 次浸置於飽和硫酸鈉溶液後，再將析出於粒料空隙內之硫酸鹽烘乾至完全脫水為止。重複浸置時鹽類之膨脹力乃模擬水在冰凍時之膨脹情況。健性試驗成果如 表 3-19所列。損耗率落在 2.2~2.6%之間，小於12%，均符合混凝土骨材之標準。鹼性反應試驗(細粒料)係依據NIEA S410 規範進行 4 組試驗，試體呈現弱鹼反應，研判應為無害骨材。

表 3-19 健性試驗及鹼性反應試驗成果表

試坑編號	損耗率(%)	鹼性試驗成果
DT-96-01	2.2	無害骨材
DT-96-02	2.3	無害骨材
DT-96-03	2.4	無害骨材
DT-96-04	2.6	無害骨材

(四)工程材料評估

1、砂石品質評估

砂石品質為評估砂石開發潛力的重要因素，砂石除需具有巨大儲量外，其品質必須符合骨材之要求，方能適用（賴典章，1988）。砂石品質之評定，可依據混凝土骨材品質之要求標準，茲將符合混凝土骨材之標準列舉如下：

a、健性耗率低於 12%。

b、洛杉磯磨損率低於 40%。

c、比重大於 2.5。

d、吸水率小於 3.0%。

e、強度大於 500 公斤/平方公分。

f、無鹼性有害物質。

完全滿足以上條件之砂石則為佳級；如果前 5 項中有 1～2 項未達到標準者則為中等；如果前 5 項中有 3 項以上未達到標準者則為劣等。鹼性有害物質之存在對品質評估極為重要，只要含有可能有害物質即為中等，如果含有有害物質則為劣等。

綜合上述比重試驗、吸水率試驗、單壓強度試驗、健性試驗及鹼性反應試驗等成果，均符合混凝土骨材之標準，詳見 表 3-20所示。

表 3-20 人工湖砂石品質評估表

試驗種類	試驗成果	混凝土骨材標準	符合標準
比重試驗	2.64~2.67	>2.5	符合
吸水率試驗	1.10%	<3.0%	符合
單壓強度試驗	單壓強度平均值約 1,192~1,971 kg/cm^2	>500kg/cm^2	符合
洛杉磯磨損試驗	14.0~16.4%	<40%	符合
健性試驗	2.2~2.6%	<12%	符合

2、可開採數量評估

開採數量評估依符合上述砂石品質標準者，配合試坑開挖、篩分析試驗結果及現地調查成果，並採用沖積層厚度所分析之成果，取其平均深度，結合人工湖區面積數據，進行人工湖可開採區域及數量評估，以下，對可能開採之骨材料數量提出初步評估。

(1)材料分佈情形(試坑位置與湖區位置詳見 圖 3-3)

根據調查區內鑽探及試坑成果，覆土層為河川沖積形成之礫石層，而湖區內土地利用多為農耕用地，推測表土層土性約有 0.5 公尺之粉土質黏土，沖積層以下岩層為頭嵙山層香山段或卓蘭層砂岩。

東草屯交流道東側人工湖區，從岩盤面等高程圖(見 圖 3-46)分析可見高程變化自 124 公尺向西降低至 105 公尺，並從沖積層厚度分析(見 圖 3-47)所得，湖區礫石層厚度分佈約為 6~10 公尺。另位於東草屯交流道西側人工湖區(四)，自低位階地 117 公尺以西北方向逐漸遞減至 100 公尺，沖積層厚度緊臨高位階地處約只有 3~4 公尺，愈靠近國道六號南側沖積層厚度增加至 8 公尺。

(2)料場地形及交通

人工湖南側地勢為高位階地，北側緊臨國道六號高速公路，人工湖內多為農田，地勢平坦無顯著起伏，地勢東高西低，高程介於 110 至 135 平均坡降約為 1/120，西側人工湖地勢較東側人工湖較為平緩；東側人工湖高程介於 115 公尺至 135 公尺，平均坡降為 1/100，西側人工湖高程介於 110 公尺至 115 公尺，平均坡降為 1/200。

人工湖區內有 2 條主要聯外道路，1 條為北勢湳堤防道

路，經過垃圾場通往鳥嘴潭攔河堰堰址，另 1 條為通往埔里方向之農業道路，道路較為狹宰，不適合大型工程車出入。此 2 條道路可以互通，對外可通往台 3 線，於人工湖區內有國道六號施工便道互通，交通尚為便利。

(3)材料估算

本計畫試坑DT-96-01 位在沉澱池區，DT-96-02~04 分別位於人工湖區(一)~(四)區域內，材料估算將各湖區分別採用最接近之試坑成果資料。以#4 篩(4.75mm)將材料區分為粗骨材(礫石)及細骨材(砂)等兩大類，詳細結果如 表 3-21 所列，假設開挖深度為平均沖積層厚度，依據各湖區平均沖積層厚度扣除表土層厚度，乘上各湖區的蓄水面積，推估礫石層骨材開採量約為 946 萬立方公尺。

表 3-21 骨材開採量估算表(以開挖至平均岩盤面深度計算)

湖區	沉澱池	（一）	（二）	（三）	（四）
面積(公頃)	11.9	15.6	35.9	36.6	40.9
平均開挖深度(m)	6.6	7.6	7.5	8.0	6.3
表土層厚度(m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
細骨材比例(%)	32	21	22	22	24
粗骨材比例(%)	68	79	78	78	76
細骨材數量10^4m^3	23.23	23.26	55.29	60.39	56.93
粗骨材數量10^4m^3	49.36	87.50	196.01	214.11	180.29
採用試坑參數	DT-96-01	DT-96-02	DT-96-03	DT-96-03	DT-96-04
細骨材總量10^4m^3	219.10				
粗骨材總量10^4m^3	727.27				
骨材開採總量10^4m	946.37				

六、工程地質圖繪製

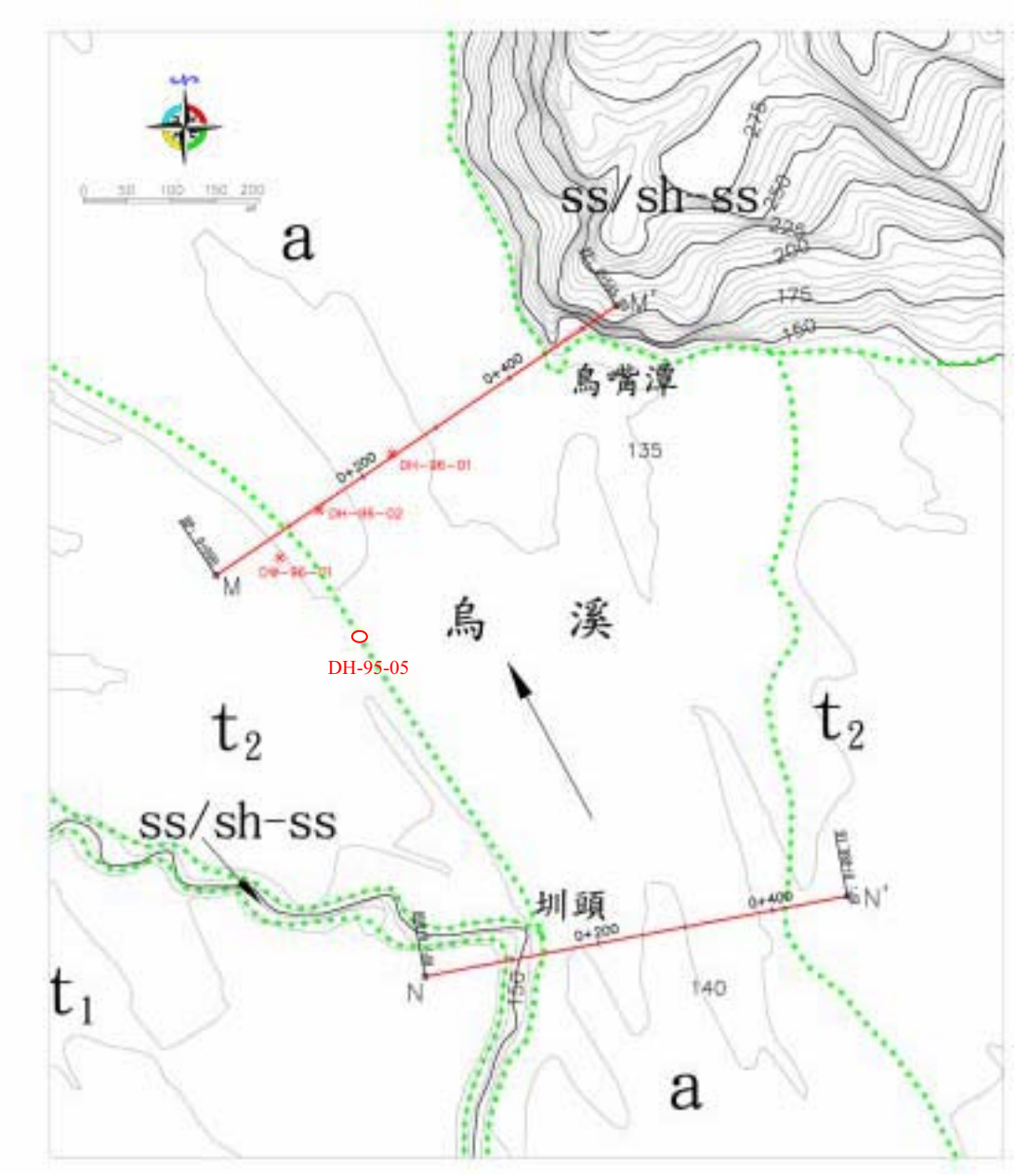
(一)堰址

本次堰址調查針對選擇之二處堰址位置(烏溪攔河堰位置與替代方案位置如圖 1-1)作地表調查及鑽探工作，再製作成比例尺五千分之一之堰址工程地質圖及剖面圖(見圖 3-52、圖 3-53)。

現場的地質調查於 95 年選擇之堰址右岸可見到良好之露頭(見 照片 3-9)，層位上這些岩層屬於頭嵙山層香山段岩層，岩性以灰色砂岩為主，夾薄層至層狀灰黑色頁岩。砂岩常與頁岩呈互層狀，兩者出現比例約為 4：1，因此在 圖 3-52中以砂頁岩互層夾厚層砂岩(ss/sh-ss)代表之；砂岩時而呈現厚層至厚塊狀，照片 3-9底部出露之砂岩層即為此類岩層，層厚達五公尺以上。

由 96 年 DH-96-01 及 DH-96-02 鑽孔及 95 年 DH-95-05 鑽孔岩心看，堰址沖積之卵礫石層厚度大多在 8 至 14 公尺之間，底下之基盤以砂頁岩互層為主，有時夾有厚層至塊狀灰色砂岩，其顆粒大多為中粒至粗粒膠結甚為疏鬆。砂頁岩互層之砂岩層大多含泥質，以細粒至粉砂為主，泥質砂岩與頁岩之邊界常呈漸變關係；泥質砂岩常有生物擾動痕跡存在，甚至夾有貝殼，膠結物質局部含有石灰質，顯得較為堅硬。

現場的調查，堰址附近地區岩層位態大致呈 N(10˚-30˚)E/(23˚-26˚)E 由於砂岩及頁岩之抗風化侵蝕能力差異大，右岸丘陵區地形上常形成明顯豚背脊地形。



圖例

a：沖積層
t1:低階台地
t2:高階台地
ss/sh-ss:砂頁岩互層夾厚層砂岩層
人:岩層走向與傾斜

圖 3-52 烏嘴潭攔河堰堰址工程地質圖

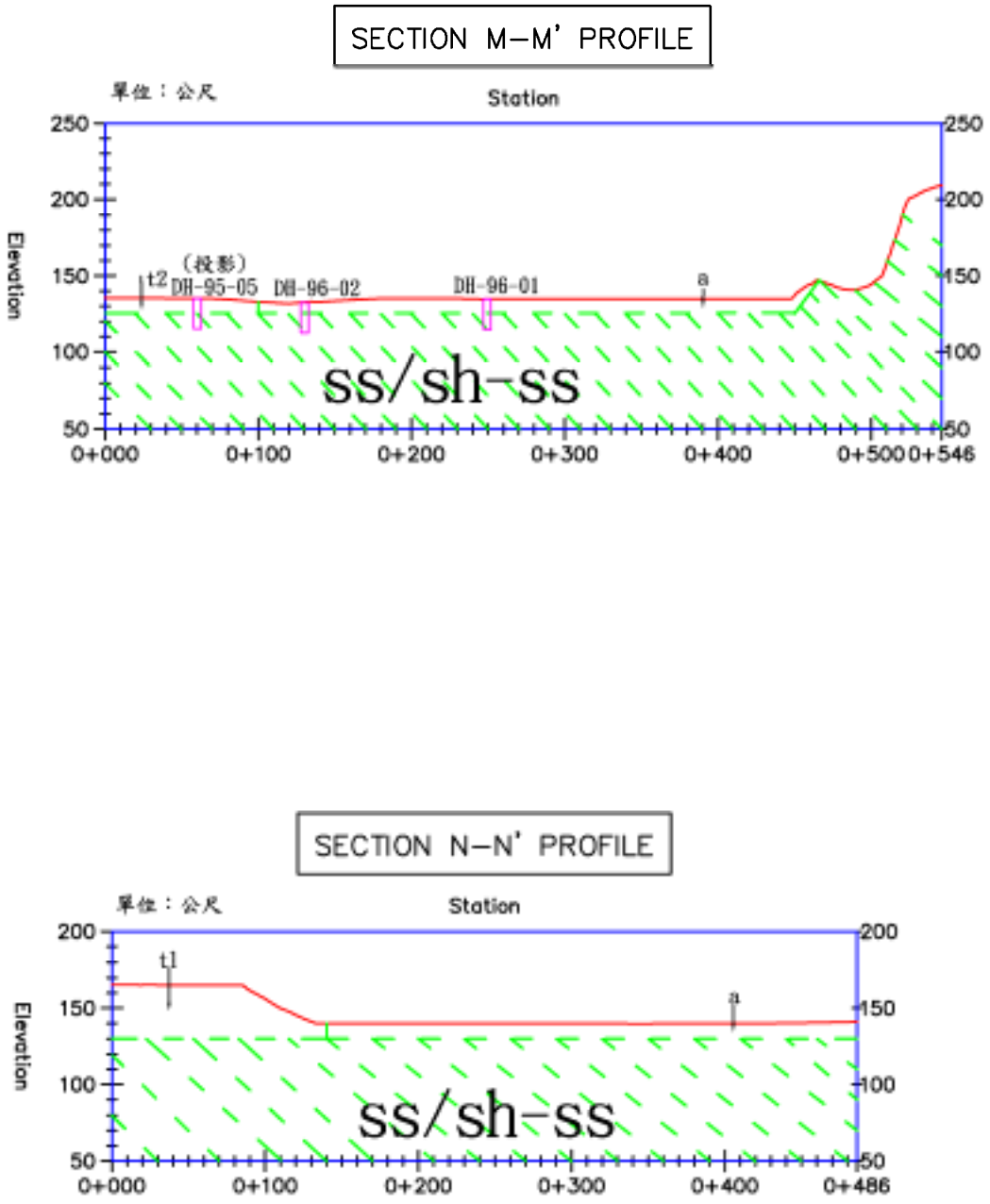


圖 3-53 烏嘴潭攔河堰堰址工程地質剖面圖



照片 3-9 烏溪右岸堰軸處南側岩層露頭

(二)人工湖

本計畫調查針對人工湖區南側階地崖與嘉老山附近少數露頭，研判湖區岩性及分佈情形仍須由烏溪右岸岩層露頭之岩性及層面位態予以延伸。現場調查的人工湖區附近岩層位態大致呈N(10˚-20˚)E/(15˚-45˚)E，以地表地質調查成果繪製的兩萬五千分之一區域地質圖為底圖，且依岩盤高程分析成果圖及地球物理探勘調查成果，繪製剖面圖(見 圖 3-54至 圖 3-56所示)。

由 DH-96-03 至 DH-96-06 鑽孔及國道新建工程局(88 年、90 年)鑽孔岩心看，人工湖區沖積之卵礫石層厚度大多在 6~10 公尺之間，底下基盤岩層大致以人工湖區(一)西側邊緣為分界線，以西為上新世之卓蘭層，東側為更新世

之頭嵙山層香山段，岩性以砂頁岩互層為主，有時夾有厚層灰色砂岩。砂頁岩互層之砂岩層大多含有泥質，以粉砂至細砂為主；砂頁岩互層之頁岩層大多夾紋層粉砂岩，泥質砂岩與頁岩之邊界呈漸變關係，局部有生物擾動痕跡存在。

調查隘寮斷層線型經過人工湖區，以地球物理探勘 2D 地電阻成果看，位於地表下深度 40 公尺以下，斷層破裂線為高角度之背衝斷層造成，且破裂位置不只一處，呈分叉向地表延伸，但未有延伸至地表的明顯趨勢。

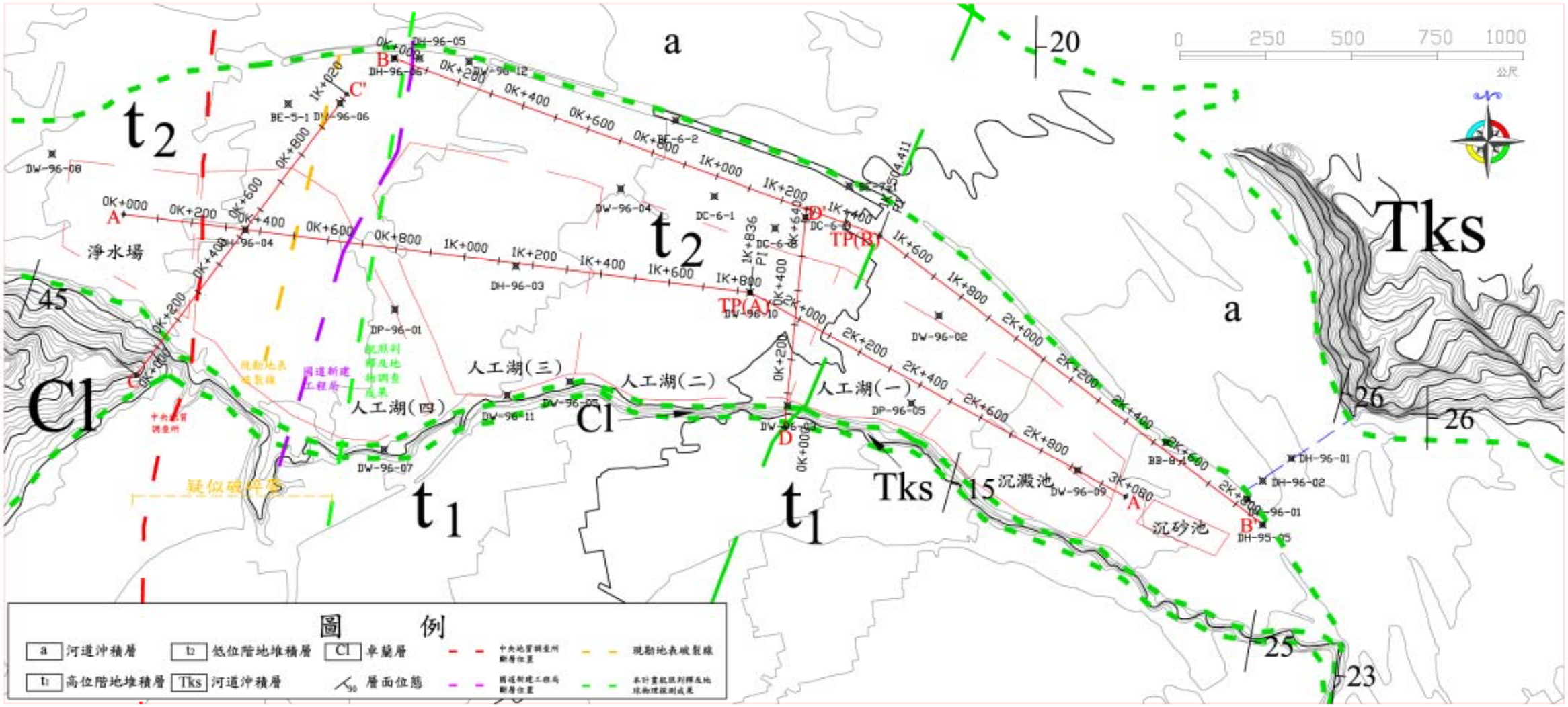


圖 3-54 計畫人工湖區剖面線位置

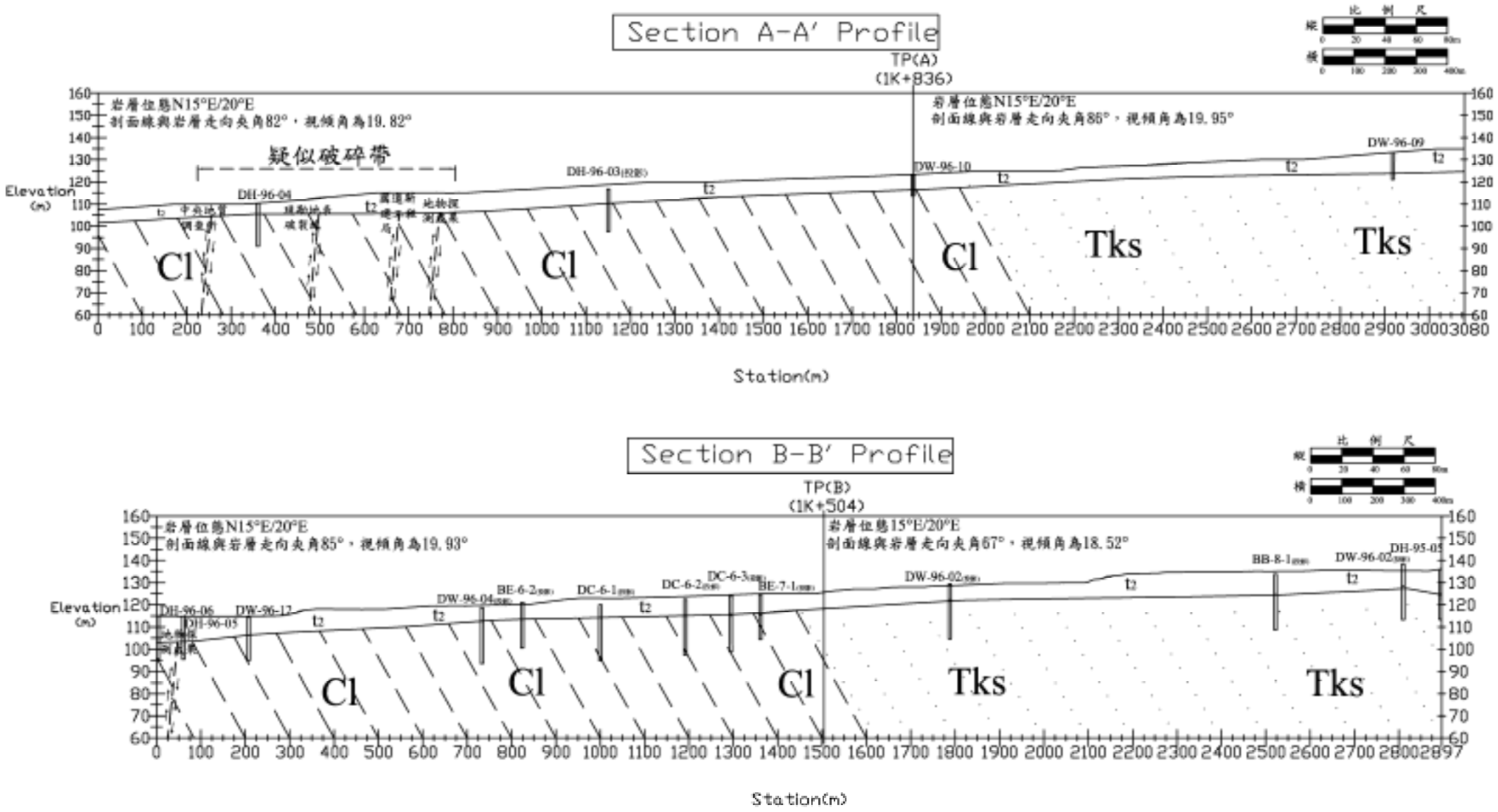
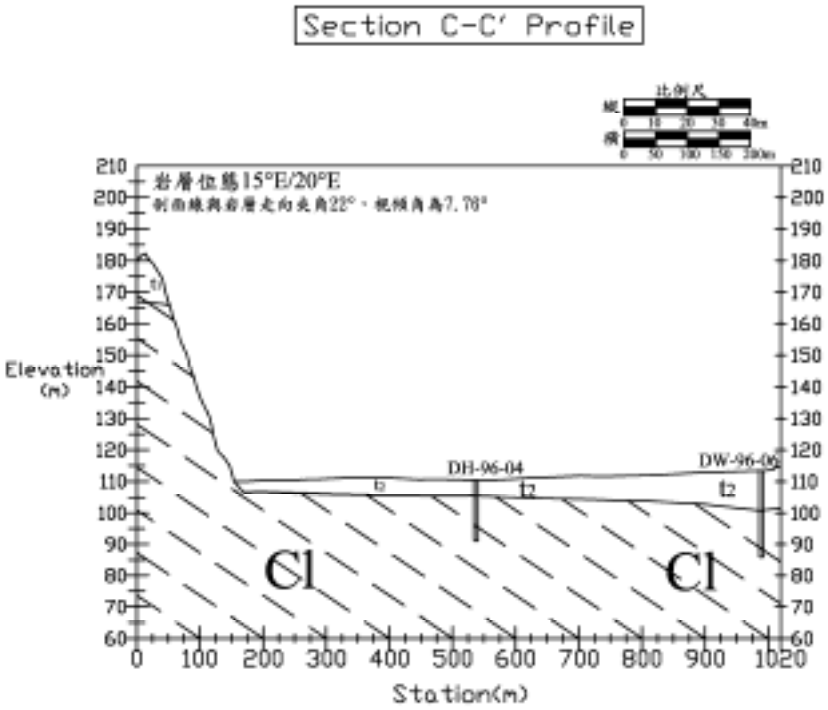


圖 3-55 人工湖地質剖面圖 A-A'及 B-B'



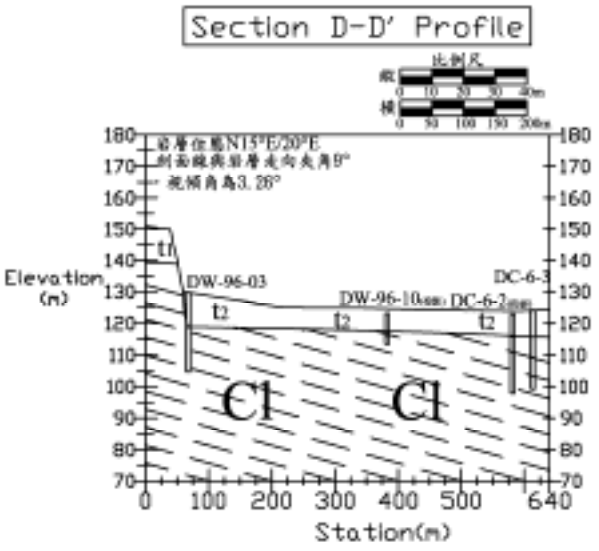


圖 3-56 人工湖地質剖面圖 C-C'及 D-D'

七、工程地質評估

(一)工程地質綜合說明

調查區域主要區分成堰址及人工湖，以兩調查區域所作調查項目說明如后：

1、堰址

鳥嘴潭堰址首先在計畫區內進行航照判釋，在堰址區域內並未發現有明顯之線型與摺皺，而地層位態於航照判釋上亦不明顯。航照判釋後隨即至現場進行地表地質調查，發現烏溪右岸邊坡有岩層露頭，岩層屬於頭嵙山層香山段岩層，岩性以灰色砂岩為主，夾薄層至層狀灰黑色頁岩，岩層位態大致呈 N(10°~30°)E/(23°-26°)E，由現場測得之地層位態研判右岸邊坡為斜交坡，左岸為低平之沖積平原或河階地。

堰址地球物理探勘成果(詳見 圖 3-16、圖 3-17、圖 3-25及 圖 3-26)顯示，岩盤深度介於 8~10 公尺，無明顯側向變化構造產生。DH-96-01 鑽孔、DH-96-02 鑽孔及 DH-95-05 鑽孔之成果顯示，覆土層為卵礫石層，下伏頭嵙山層香山段以砂頁岩互層夾厚層砂岩層，結構膠結鬆散局部有生物鑽痕，岩層深度約在 8 公尺~14 公尺。

堰址岩層水密性是重要課題之一，鑑於鄰近孔位皆無施作透水試驗，本計畫位於堰址鑽孔DH-96-01 孔及 DH-96-02 孔，進入岩盤後平均深度每 5 公尺進行 1 組透水試驗，共計 3 組試驗，成果顯示透水度介於 1.2~1.45 Lugeon之間(詳見 表 3-5所列)，表示岩層水密性佳。

2、人工湖

首先在人工湖區內進行航照判釋，位在人工湖(三)及人工湖(四)區調查區域內約略可見到一條南北走向之線型，呈南北向往南延伸，切過高位階地之階地崖，而地層位態在航照判釋上因人工湖區係屬河川沖積所成之平原，因此航照判釋上並無明顯地層位態。參酌第貳章區域地質文獻資料，斷層線型構造為隘寮斷層，針對隘寮斷層調查部分，詳見本節第(四)項說明。進行地表地質調查時，僅能觀測到南側階地崖與嘉老山附近有少數露頭，岩性為頭嵙山層香山段或卓蘭層砂岩及頁岩相互出現為主，頭嵙山層香山段砂岩量較卓蘭層高，岩層位態為 N(10°-20°)E/(15°-45°)SE。

人工湖區內DH-96-03 鑽孔及DH-96-04 鑽孔、人工湖北側DH-96-05 孔及DH-96-06 孔(詳見 表 3-3)及人工湖北側文獻鑽孔資料等成果(如 表 2-2所列)顯示，覆土層為卵礫石層，岩層為頭嵙山層香山段或卓蘭層，岩性以砂頁岩互層夾厚層砂岩，局部有生物鑽痕，岩層深度介於 6.0 公尺~10.0 公尺。

人工湖區域覆土層為透水性良好的礫石層，目的主要以蓄水為主，調查重點為不透水層深度，即岩盤深度位置。根據本計畫鑽孔及文獻鑽孔資料之岩盤深度及孔位高程進行岩盤分析，並依現況地形南側高位階地的邊界條件作修正(詳見 表 2-2及 圖 3-46)，湖區沖積層平均厚度約介於 6~10 公尺。因鄰近孔位皆無施作透水試驗，本次調查進行 5 組透水試驗，成果顯示透水度介於 0.9~1.7 Lugeon之間，顯示為透水度不佳之基岩。

人工湖區岩層依單壓強度分類屬軟岩，可工性高，且相較卵礫石層而言透水性較低，建議開挖深度可達岩盤面以下，若以沖積層厚度 6~10 公尺推估，開挖深度大於 10 公尺即可讓人工湖底面均屬岩盤面，滲漏量即可有效降低。

湖區初步規劃蓄水深度約為 10~12 公尺(詳見 圖 1-2)，並配合岩盤高程面、地下水位面分析及地形圖等，繪製各湖區東西向剖面示意圖(詳如 圖 3-57所示)，發現除人工湖(一)、(二)區湖底均屬岩盤面之外，人工湖(三)及(四)區湖底部份未達岩盤，相差約 1~2 公尺，即最淺僅需開挖地表下約 6 公尺達預定湖底位置，因此可考慮封底、設置阻水牆或挖深至岩盤等方案。

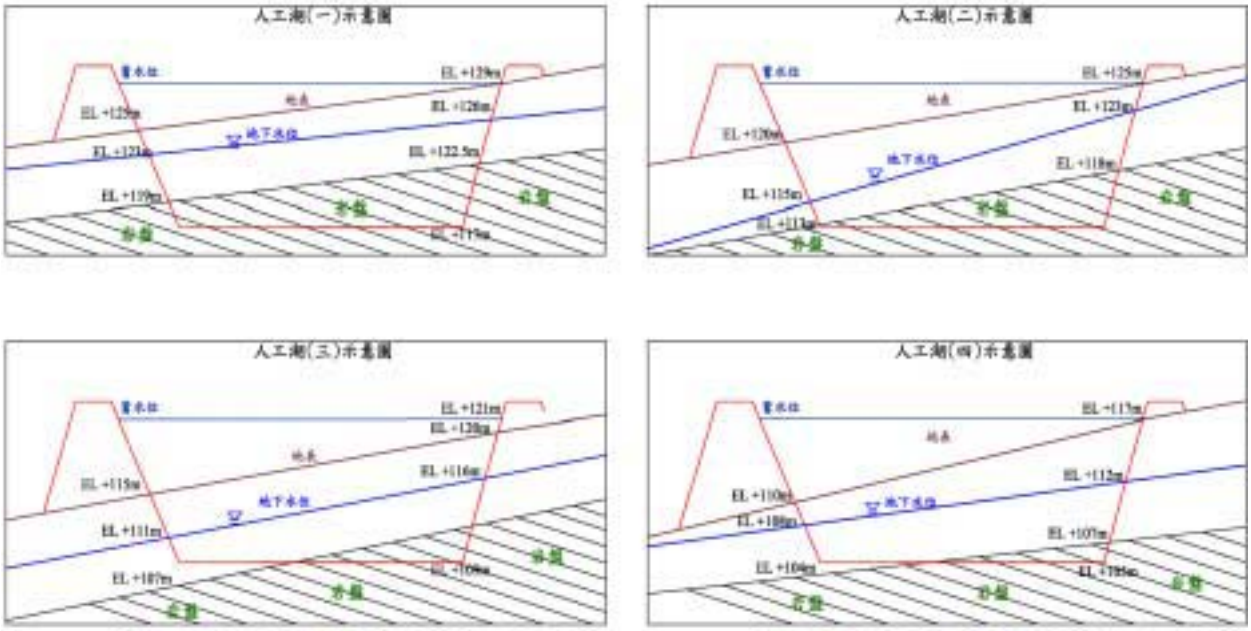


圖 3-57 人工湖各區剖面示意圖

(二)工程設計參數評估

整合所有孔位資料，調查區的地層大致區分為卵礫石層及砂頁岩互層夾厚層砂岩層兩大類。並參考國道六號

(3k+000~11k+500)工程設計參數(如 表 3-22所示)，評估計畫區內工程參數詳見 表 3-23，工程參數評估說明如后：

表 3-22 國道六號 3k+000~11k+500 簡化地層地工參數表

層次	深度 (m)	土壤分類	土層描述	γ_t (t/m^3)	E ($10^4 t/m^3$)	N	q_u (kg/cm^2)	c_r/c_p (t/m^2)	ϕ_r/ϕ_p (deg)
1	0-8	GM	礫石夾粗砂	2.1	1.8	>50	-	4	35
2	8-20	SH (SHs)	砂質頁岩	2.6	-	-	200	0/-* 0/100	22/-* 35/40
3	20-25	SS	砂岩	2.5	-	-	1,200	0/-* 150/275	24/-* 40/40

註：'*'弱面強度
資料來源：國道新建工程局(2001 年)

表 3-23 調查區域-工程參數簡化表

層次	厚度 (m)	土壤分類	土層描述	γ_t (t/m^3)	E ($10^4 t/m^3$)	N	q_u (t/m^2)	c (t/m^2)	ϕ (deg)
1	8-14 (*1) 6-10 (*2)	GW	礫石夾粗砂	2.1	1.8	>50	-	4	35
2	-	ss/sh-ss	砂頁岩互層夾厚層砂岩層	2.35	-	-	200	0	26
註：*1：堰址附近沖積層厚度；*2：人工湖區沖積層厚度 整理自國道六號、水規所 95 年及本年度調查資料									

1、卵礫石層

卵礫石層主要由礫石、砂土、粉土及黏土等顆粒混合而成，其 SPT N 值顯示均高於 50 以上，研判其為良好之承載層，亦無壓密沉陷之餘。

因本計畫未測求礫石層之強度參數，建議以國道新建工程局(2001 年)細部設計階段之調查成果，卵礫石層設計參數採用: c=4 噸/平方公尺，ϕ=35°

2、砂頁岩互層夾厚層砂岩層

堰址、人工湖湖區(一)、沉澱池及沉砂池依兩萬五千分之一區域地質圖(如 圖 3-2所示)顯示該岩層屬頭嵙

山層香山段，人工湖其餘區域之岩層屬卓蘭層。本計畫及文獻鑽孔試驗資料依岩石力學一般物理性質試驗及單壓強度試驗成果(詳見 表 3-7、表 3-8及 表 2-4、表 2-5)整理成如 表 3-24及 表 3-25所列，並將文獻及本計畫岩力試驗成果整合為 表 3-26。

表 3-24 本計畫岩力試驗成果表

試樣所屬地層	岩性	單位重 γ_t (t/m^3)	含水量 W_n (%)	比重 G_s	孔隙比 e	吸水率 Abs (%)	單壓強度 q_u (kg/cm^2)	參考孔號
頭嵙山層香山段	砂頁岩互層	2.08~2.45	3.8~6.8	2.66~2.69	0.14~0.37	6.1~崩解	3.6~66.0	DH-96-01 DH-96-02
卓蘭層	砂頁岩互層	2.14~2.45	3.7~9.6	2.66~2.69	0.16~0.29	5.4~崩解	16.8~113.4	DH-96-03 DH-96-04 DH-96-05 DH-96-06

表 3-25 文獻鑽孔岩層性質簡化表

試樣所屬地層	岩性	單位重 γ_t (t/m^3)	含水量 W_n (%)	比重 G_s	孔隙比 e	吸水率 Abs (%)	單壓強度 q_u (kg/cm^2)	參考孔號
頭嵙山層香山段	砂頁岩互層	2.31~2.64	1.7~10.3	2.66~2.72	0.04~0.259	-	2.85~60.5	PA-03、DB-8-1 DB-8-2 DH-96-05
卓蘭層	砂頁岩互層	2.23~2.60	1.9~7.7	2.66~2.75	0.052~0.26	5.34~崩解	1.1~19.5	PA-02、BB-4-3 BB-8-1、BE-5-1 BE-6-2、BE-7-1 DC-6-1、DC-6-2 DC-6-3

資料來源:國道新建工程局(1999 年、2001 年)、水利規劃試驗所(2006 年)

表 3-26 計畫區岩力試驗整合表(含文獻及本計畫成果)

地層	頭嵙山層香山段	卓蘭層
	ss/sh-ss	ss/sh-ss
岩性	砂頁岩互層	砂頁岩互層
單位重 (t/m^3)	2.31 (2.08~2.64)*12 [0.15]	2.38 (2.14~2.60)*17 [0.10]
單壓強度 (kg/cm^2)	27.46 (2.85~66)*14 [20.88]	26.61 (1.1~113.4)*14 [34.20]
凝聚力 (t/m^2)	0	0
摩擦角 (deg)	27.25 (26.5~28)*2 [1.06]	26.25 (26~26.5)*2 [0.35]

註：1.本表係整理文獻資料及本計畫試驗結果。
2.*後之數字為試驗組數。
3.[ ]內為標準偏差。

由 表 3-24及 表 3-25成果顯示頭嵙山層岩石單壓強度與文獻資料相近，差異不大，岩層的單壓強度皆小於 250 公斤/平方公分，依國際岩石力學學會(ISRM,1981)單壓強度分級，頭嵙山層香山段砂頁岩互層岩層介於極弱岩至弱岩，卓蘭層砂頁岩互層岩層介於甚弱岩至弱岩。本計畫卓蘭層岩石單壓強度高於 20 公斤/平方公分試驗組數有 4 組，而文獻鑽孔的單壓強度皆小於 20 公斤/平方公分，兩者差異較明顯，綜合此二層的結果，採用與國道新建工程局(2001 年)細部設計階段採用參數值 20 公斤/平方公分 (詳如 表 3-22所列之砂質頁岩層單壓強度 200 噸/平方公尺)應為合理。

依物性試驗成果(如 表 2-4及 表 3-7所列)，建議單位重採用 2.35 噸/立方公尺。從吸水率試驗成果顯示多

數砂岩有崩解現象，表示軟岩吸水膨脹，會造成強度降低。未來堰址完成後，可能會造成右岸邊坡坡腳受到水位抬升及洩降變化反覆浸水，岩石體積的膨脹與收縮過程形成裂縫，導致抗壓強度降低，邊坡坡腳有崩落之虞。

本計畫未進行岩石三軸壓縮試驗、室內直接剪力試驗，無法得知c、ϕ值，國道新建工程局(2001 年)細部設計階段分別於堰址附近DB-8-1 孔及DB-8-2 孔，人工湖區北側DC-6-1 孔及DC-6-2 孔之岩心進行室內直接剪力試驗，試驗成果(如 表 2-6)的殘餘摩擦角介於26°~28.5°，而國道六號 3k+000~11k+500 的砂質頁岩層設計參數(如 表 3-22):c= 0 噸/平方公尺，殘餘摩擦角ϕ=22°~24°，因此建議設計參數，採用c=0 噸/平方公尺，ϕ=26°。

(三)堰址承載力評估

攔河堰目的為抬高水位，由於此為規劃階段，尚無攔河堰工程設計圖，若基礎築於礫石層，可從上述所評估之礫石層力學參數凝聚力 c 為 4 噸/平方公尺及摩擦角 35°等參數，依不同的基礎形式進行設計。

倘若堰址基礎築於岩盤，岩盤承載力，依據巨積岩盤之容許承載力公式來計算，公式為：

$q_a=0.2q_u(N_\phi+1)$

式中

q_a=容許承載力(噸/平方公尺)

q_u=岩層單壓強度

$N_\phi=\tan^2(45+\phi/2)$

ϕ=岩盤內之摩擦角

採用地層簡化參數-砂頁岩互層夾厚層砂岩層(如 表 3-23)，將q_u=200 噸/平方公尺，ϕ=26°容許承載力約為 102.4 噸/平方公尺，初步評估岩盤應足以提供良好之岩盤應足以提供良好之承載力。

(四)隘寮斷層調查綜合說明

隘寮斷層位置除參考中央地質調查所台灣活動斷層所繪製位置之外，並參閱國道新建工程局(2001 年)，「國道中橫公路霧峰埔里段工程設計-細部設計(大地工程調查鑽探、取樣及試驗報告) 」，斷層位置在中央地質調查所繪製之東側約 550 公尺處，通過國道六號 5K+495 附近。隘寮斷層為車籠埔斷層所伴生之斷層，並歸類為第一類活動斷層。線型呈南北走向，略與車籠埔斷層平行，長約 3.5 公里。中央地調所活動斷層調查報告(烏溪以南)，根據調查資料顯示草屯階地隘寮地區的撓曲崖可能是地表下的背衝斷層所造成，但斷層前緣並未穿出地表，而是形成類似單斜的撓曲崖。

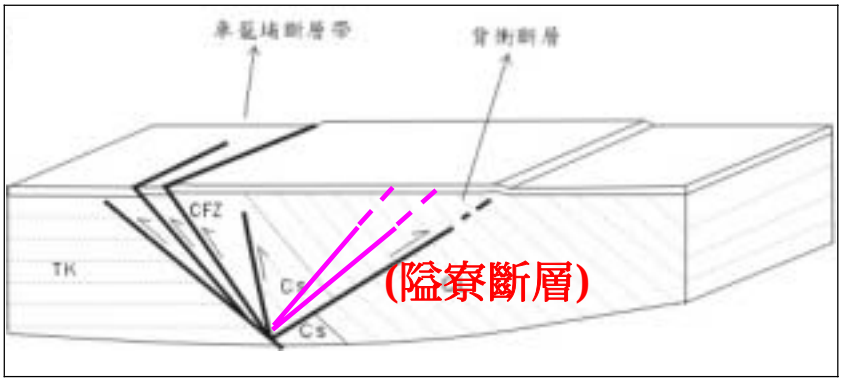
本計畫經航照判釋及現場探勘成果，確認數處斷層抬昇位置，從抬昇跡象推測，位於低位階地有地表破裂情形產生。中央地質調查所與國道新建工程局繪製隘寮斷層位置有所出入(詳見 圖 3-1)，此線型北段與國道新建工程局所標示者相同，往南延伸則與其往西偏移不同，而是呈南北向往南延伸，切過高位階地之階地崖，且於高位階地面西側出現一條數公尺高之崖階。針對調查隘寮斷層線型於人工湖北側草屯垃圾焚化廠通過處，先進行地球物理探測，再決定鑽孔位置。

折射震測LN測線成果(詳見 圖 3-19)，同一深度位置整體波速自西往東(測線起點往終點)漸漸降低，代表岩盤高程呈現西側高於東側之趨勢，折射震測LC測線成果(詳見 圖 3-20)顯示地層波速在NW(測線起點)較SE(測線終點)為高的趨勢，但整體變化情形較LN測線為緩，此情形可能是因為LC測線與斷層走向夾角較小，因而在測線方向上的變化較不顯著。2D地電阻影像ELN-E、ELN-W及ELC測線成果(如 圖 3-28、圖 3-29及 圖 3-32所示)，藉電組率側向明顯變化，研判斷層破裂線可能位置不只一處，推估 921 地震伴生的隘寮斷層為高角度背衝斷層(詳見 圖 3-58)且形成破碎帶(詳見 圖 3-54所示)。

地球物理探測成果依地層波速及地電阻率變化之特徵，位於地表下深度 20-40 公尺處從地電阻率剖面有顯著的改變，研判應是斷層作用造成岩性有所差異，然從地物探測成果並無明顯特徵可研判破裂線是否有衝出地表，推測隘寮斷層所造成的岩盤錯動量未造成礫石層在電學或力學上性質之改變。

初步評估隘寮斷層錯動位置可能在人工湖區(三)及人工湖區(四)，若對阻水牆、封底材料、湖區邊坡堤防等結構物發生輕微破壞，產生裂縫將造成蓄水功能降低。若發生結構物大規模破壞，如土堤潰堤，大量湖水可能往低處烏溪堤防方向或西側溢流。車籠埔斷層地震週期約為 200 年至 400 年（陳文山等人，2002 年），而隘寮斷層為車籠埔斷層之伴生斷層，因此應需針對地震發生時造成人工湖破壞模式加以模擬分析，以掌握斷層錯動後對湖區破壞之影響。

建議未來若需考慮隘寮斷層對工址之影響，欲瞭解其確實位置，可以採用地球物理探測方式，於疑似破碎帶附近佈設測線，先掌握破裂線位置，再針對可能位置佈設鑽孔，配合深鑽孔以達到岩性變化或岩盤高程差異處，掌握其確切位置，並配合地表位移監測方式，持續觀測地表是否有變位跡象。此外，應審慎評估人工湖區斷層錯動可能發生機率(如以地震危害度分析方式...等)。斷層錯動後，對人工湖區結構破壞模式應詳加瞭解，並評估破壞後對鄰近區域是否產生重大災害之影響。



修改自：中央地質調查所-「活動斷層報告-車籠埔斷層(烏溪以南)」

圖 3-58 計畫區隘寮斷層構造示意圖

第肆章　區域地下水調查

為瞭解計畫區內地下水分佈情形及調查水文地質參數，本計畫於計畫區進行區域地下水調查，依計畫執行書所列之工作內容為地下水觀測井、抽水井與抽試觀測井、抽水試驗，詳細工作內容說明如下：

一、地下水觀測井、抽水井與抽試井佈設

地下水位觀測井、抽水井與觀測井依合約規定進行，本計畫鑽孔合約規定數量與實際完成數量詳見 表 4-1。

表 4-1 地下水位觀測井、抽水井與觀測井施作深度統計表

鑽孔種類	合約數量(公尺)	試驗鑽孔	完成數量(公尺)
*地下水觀測井	8 孔，200 公尺	DW-96-01	25
		DW-96-02	25
		DW-96-03	25
		DW-96-04	25
		DW-96-05	12.3
		DW-96-06	25
		DW-96-07	10.1
		DW-96-08	10.3
		DW-96-09	11.3
		DW-96-10	10.3
		DW-96-11	12.8
		DW-96-12	10.3
		合計	**202.4**
*抽水井	1 孔，25 公尺	DP-96-01	10
		**DP-96-05	15.5
		合計	**25.5**
*觀測井	3 孔，60 公尺	DP-96-02	10.25
		DP-96-03	10.3
		DP-96-04	12.3
		**DP-96-06	10.3
		**DP-96-07	10.3
		**DP-96-08	10.3
		合計	**63.75**

備註：*依據主辦工程司需求，抽水井與觀測井深度達到岩盤下 2 公尺即停止
**該處不進行抽水試驗。

(一)佈設原則

地下水位觀測首要目的在於掌握人工湖區域附近的地下水資訊，佈設原則係依據現場地形勘查，推測計畫區內地下水流大致由東南流向西北，分別在堰址附近、人工湖下游處、垃圾掩埋場、國道聯絡道六號附近等重要位置埋設地下水觀測井，並依照水流方向上游控制下游的方式，進行其他地下水位觀測井埋設；本計畫兼顧鑽探現地施作之可行性分別於人工湖(一)區與人工湖(四)區各佈設 1 口抽水井與 3 口抽試井。施作方法均採用鑽堡衝擊工法，不採集樣品，但將對其所衝擊產生碎屑與鑽探過程，判斷沖積層厚度（岩盤深度）與岩性。

(二)佈設位置

鑽探孔位經工作團隊會同主辦工程司多次實地勘查，經由討論決定最後鑽孔位置，總共裝設 12 孔井管直徑 2 英吋(DW-96-01~ DW-96-12)材質為PVC sch40 水位觀測井；及 2 孔直徑 6 英吋(DP-96-01、DP-96-05)抽水井與 6 孔直徑 2 英吋觀測井(DP-96-02~ DP-96-04、DP-96-06~ DP-96-08)，鑽探編號、位置、深度、目的整理如 表 4-2。由於計畫區附近有一處垃圾掩埋場，為瞭解垃圾掩埋場對於人工湖之影響，本計畫依據行政院環保署〝地下水水質監測井設置規範〞於焚化爐附近佈設 1 口水質監測井(DW-96-06)，現階段除作為水位觀測外，未來可做為監測垃圾掩埋場對人工湖地下水水質影響之用。詳細孔位佈置如 圖 4-1。

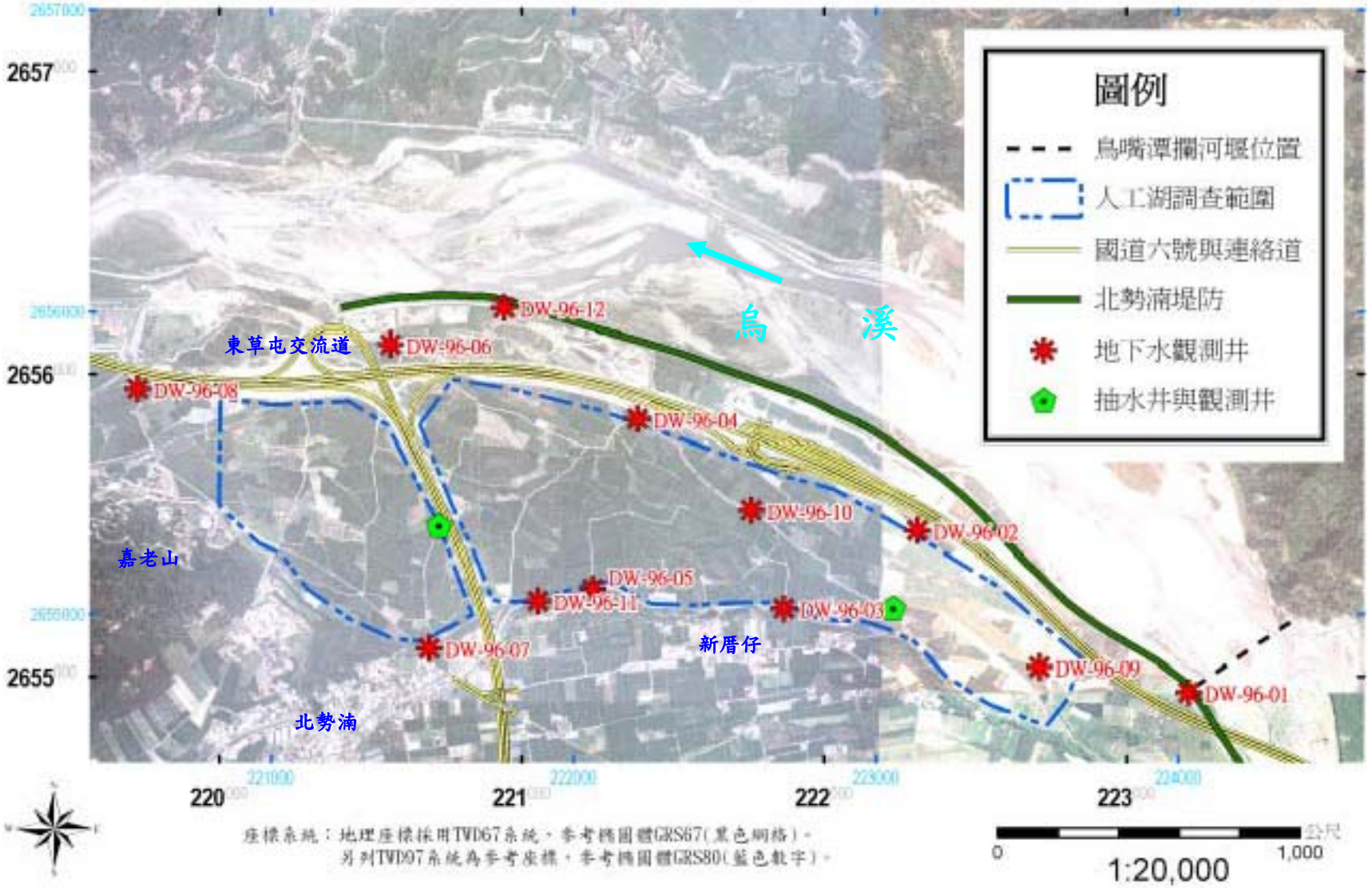


圖 4-1 地下水觀測井與抽水井佈位置圖

(三)施作方式

施作方法均採用鑽堡衝擊工法，不採集樣品，但對鑽探過程衝擊所產生碎屑，仔細觀察地層岩性隨深度之變化，且儘可能記錄卵礫石之大小尺寸，判斷沖積層厚度（岩盤深度）與岩性，並判斷地層概況據以製作鑽孔柱狀圖(附錄七)，地層概況如 表 4-3所示。

鑽堡施工其原理為能量由震動機頭產生，透過鑽桿傳至鑽頭，而擊碎地層，再經由循環液(空氣或水)帶至地表。鑽至預定深度時，拉起中心鑽桿，即埋設井管及濾水管。俟井管及濾管放置妥後，需以濾砂（石英砂）等透水材料回填空隙，回填至濾管頂部，該濾層施工時須注意其密實度；繼而應在濾層上方填充皂土，其厚度約為 60 公分，其餘部份用水泥皂土回填，濾管埋設深度請參閱 表 4-4。回填後，進行洗井；再以水泥砂漿封塞觀測井外鑽孔。水位觀測井設置完成後，施做孔口保護措施，以水泥底座(0.5 公尺*0.5 公尺*0.2 公尺)包覆 4 英吋保護鐵蓋(加鎖頭)。其中DW-96-06 孔口保護措施係依照行政院環保署〝地下水水質監測井設置規範〞設置警示柱與水泥平台，警示柱為 1.5 吋schedule 40 之碳鋼 1 公尺長，漆成黃色黑色相間。0.5 公尺高出水泥平台，0.5 公尺埋於平台及地下。水泥平台為一厚 15 公分，邊長 50~100 公分之正方形，且正方形四邊角須磨圓。每一平台之四角各設一警示柱，警示柱距台邊各 5 公分。地下水位觀測井、抽水井與觀測井剖面示意圖與現場實際施作照片如附錄七所示。現場施工流程說明如下：

1、架設鑿井機。

2、開始鑽掘，鑽鑿時隨時注意井孔鉛垂度調整鑿井機。

3、在鑽至預定深度後，開始準備建井。

4、填充礫石。

5、以震盪法在井內產生水力震盪使礫石能密實排列。

6、在濾石層細砂層上填充皂土。

7、以水泥皂土漿封填至地表。

8、建井完成後隨即開始擴水，擴水使用超抽法將鑽孔所產生的泥壁清除。

表 4-2 地下水觀測井工作一覽表

孔號	位置	鑽孔座標(TWD67)		深度(m)	探查目的
		E	N		
DW-96-01	堰址左岸約 87 公尺	223206.297	2654947.4	25	瞭解調查區地下水位分佈情形
DW-96-02	距堰址約 1 公里處	222308.329	2655481.2	25	
DW-96-03	距堰址約 1.3 公里處	221866.212	2655224.4	25	
DW-96-04	聯絡道路東側約 670 公尺處	221382.818	2655850.5	25	
DW-96-05	聯絡道路東側約 640 公尺	221234.772	2655288.9	12.3	
DW-96-06	距隘寮斷層西側約 120 公尺	220566.107	2656098.2	25	
DW-96-07	距隘寮斷層東側約 120 公尺	220693.777	2655092	10.1	
DW-96-08	聯絡道路西側約 900 公尺處	219728.941	2655951.5	10.3	
DW-96-09	距隘寮斷層左側約 200 公尺	222712.292	2655031.3	11.3	
DW-96-10	東側人工湖區中心點	221759.126	2655548.4	10.3	
DW-96-11	聯絡道路東側約 430 公尺處	221052.757	2655249.6	12.8	
DW-96-12	距隘寮斷層右側約 170 公尺	220941.803	2656219.3	10.3	
*DP-96-01 (抽水井)	距聯絡道路約 500 公尺處	220725.619	2655498.9	10.0	抽水試驗
**DP-96-05 (抽水井)	堰址左岸約 1 公里處	222229	2655227	15.5	
*DP-96-02 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	220730.048	2655497.3	10.25	配合抽水試驗，取得水文地質參數
*DP-96-03 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	220727.412	2655503.7	10.3	
*DP-96-04 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	220729.063	2655508.6	12.3	
**DP-96-06 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	222224	2655226	10.3	
**DP-96-07 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	222227	2655218	10.3	
**DP-96-08 (觀測井)	距抽水井約 5 公尺處	222222	2655215	10.3	

備註：*依據主辦工程司需求，抽水井與觀測井深度達到岩盤下 2 公尺即停止

**該處不進行抽水試驗。

表 4-3 本計畫水位觀測井地層概況

孔號	座標(TM67)		鑽探深度(m)	地層概況
	X	Y		
DW-96-01	223194	2654948	25	0~10.5m 卵礫石層； 10.5m~25m 灰色砂岩偶夾泥岩薄層
DW-96-02	222296	2655481	25	0~6.7m 卵礫石層； 6.7m~25m 灰色砂岩偶夾泥岩
DW-96-03	221850	2655222	25	0~8.5m 卵礫石層； 8.5m~25m 灰色粉土質砂岩與泥岩互層
DW-96-04	221371	2655850	25	0~5.15m 卵礫石層； 5.15m~25m 灰色砂岩偶夾泥岩
DW-96-05	221223	2655290	12.3	0~10.3m 卵礫石層； 10.3m~12.3m 灰色砂岩與泥岩互層
DW-96-06	220549	2656151	25	0~11.1m 卵礫石層； 11.1m~25m 灰色砂岩夾砂頁岩互層
DW-96-07	220679	2655094	10.1	0~3.05m 卵礫石層； 3.05m~10.1m 灰色砂岩與泥岩互層
DW-96-08	219718	2655955	10.3	0~6.5m 卵礫石層； 6.5~10.3m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DW-96-09	222699	2655032	11.3	0~8.9m 卵礫石層； 8.9m~11.3m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DW-96-10	221748	2655548	10.3	0~6.85m 卵礫石層； 6.85m~10.3m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DW-96-11	221038	2655254	12.8	0~10.5m 卵礫石層； 10.5m~12.8m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DW-96-12	220929	2656217	10.3	0~7.6m 卵礫石層； 7.6m~10.3m 灰色砂岩夾泥
DP-96-01	220715	2655505	10	0~8m 卵礫石層； 8m~10m 灰色砂岩夾泥岩
DP-96-02	220721	2655499	10.25	0~8.3m 卵礫石層； 8.3m~10.25m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DP-96-03	220716	2655508	10.3	0~8.2m 卵礫石層； 8.2m~10.3m 灰色砂岩夾泥岩薄層
DP-96-04	220717	2655511	12.3	0~10.2m 卵礫石層； 10.2m~12.3m 灰色砂岩夾泥岩
DP-96-05	222229	2655227	15.5	0~7.45m 卵礫石層； 7.45m~15.5m 灰色砂質泥岩
DP-96-06	222224	2655226	10.3	0~7.6m 卵礫石層； 7.6m~10.3m 灰色砂質泥岩
DP-96-07	222227	2655218	10.3	0~7.5m 卵礫石層； 7.5m~10.3m 灰色砂質泥岩
DP-96-08	222222	2655215	10.3	0~8.15m 卵礫石層； 8.15m~10.3m 灰色砂質泥岩

表 4-4 地下水觀測井濾管埋設深度

孔號	井深(m)	濾管深度(m)	平均水位(m)
DW-96-01	25	4~10	7.78
DW-96-02	25	4~10	5.23
DW-96-03	25	4~10	3.63
DW-96-04	25	4~10	5.68
DW-96-05	12.3	4~10	9.69
DW-96-06	25	7~13	4.67
DW-96-07	10.1	4~10	1.36
DW-96-08	10.3	4~10	2.16
DW-96-09	11.3	4~10	4.80
DW-96-10	10.3	4~10	1.62
DW-96-11	12.8	4~10	9.77
DW-96-12	10.3	4~10	4.65

二、地下水位觀測

本計畫水位觀測規劃為每隔 1 至 2 星期定期進行水位觀測，並觀測 1 場大雨造成之地下水位變化（觀測時間為開始降雨、降雨期間、降雨停止等 3 觀測點），水位觀測資料說明如下：

(一)定期水位觀測

本計畫共裝設 12 孔地下水觀測井，2 孔抽水井與 6 孔觀測井，另 6 孔地質鑽探孔完成後，亦埋管進行地下水觀測。其中 1 孔抽水井與 3 孔觀測井不進行水位觀測與抽水試驗，共計獲得 22 處地點的水位資訊，地下水觀測井分佈情形請參閱 圖 4-1。地下水觀測井定期觀測資料請參閱 表 4-5，由 表 4-5顯示地下水位變化約 1 公尺，其中DW-96-09 位於計畫堰址旁，水位受到川流水影響水位變化達 1.55 公尺。DW-96-07 佈設位置位於高階台地旁，水位受到地下水流場影響，水位變化較為劇烈，水位變化達 1.56 公尺。計畫區之地下水位面高程與含水層厚度如 圖 4-2及圖 4-3所示，人工湖(一)、(二)區地下水流由東南方流向西北方；人工湖(三)、(四)區受到高階台地影響，地下水水

流方向則由南方流向西北方。人工湖上游沿河畔地下水位變化主要受到河川川流水影響，中下游沿河畔之地下水位變化則受到河川川流水與地下水流場所影響。人工湖區內地下水含水層厚度約 4 公尺屬於淺層含水層，各湖區地下水位高程分佈如 表 4-6所示。

由目前豐水期間之定期水位觀測資料，計畫區附近垃圾掩埋場水位高程為 107.19 公尺，DH-96-03、DH-96-04 分別位於人工湖(三)、(四)區，水位高程分別為 113.69 公尺、109.68 公尺，地下水流流向(詳見 圖 4-2)分別由DH-96-03、DH-96-04 流向垃圾掩埋場。地下水污染傳輸條件為地下水流速及污染物傳輸流速，由目前豐水期水位觀測資料，依據地下水水流方程式(式 4-1)，分別計算DW-96-06 至DH-96-03 與DW-96-06 至DH-96-04 間地下水流速，計算成果(如 表 4-7所示)顯示人工湖區(DH-96-03、DH-96-04)內至垃圾掩埋場地下水(DW-96-06)的流速相當緩慢，因目前水位觀測時間為豐水期間且觀測時間較短(8 月 24 日至 10 月 25 日)，並無枯水期間水位觀測資料，且缺乏垃圾掩埋場水質資料，無法確認垃圾掩埋場污水與污染物傳輸流速是否會流入人工湖區內。

(二)降雨期間水位觀測

為觀察降雨對於計畫區內地下水位變化情形，本計畫於計畫區內上、中、下游處選取 DW-96-09、DW-96-10 與 DW-96-08 等 3 口觀測井，分別裝設水位自動記錄計。

表 4-5 地下水位觀測井觀測資料

(單位：公尺)

孔號	地面高程	8.24	8.31	9.5	9.12	9.20	10.01	10.17	10.25	平均水位	最高水位高程	最低水位高程	高差
DW-96-01	138.85	131.66	131.11	130.9	130.72	131.97	130.75	130.98	130.45	131.16	131.97	130.72	1.25
DW-96-02	128.995	123.755	123.685	123.745	123.735	123.835	123.805	123.765	123.795	123.76	123.84	123.69	0.15
DW-96-03	127.661	124.031	124.241	124.091	123.871	124.041	123.911	124.111	123.951	124.04	124.24	123.87	0.37
DW-96-04	118.853	113.663	113.343	113.073	113.013	113.213	113.063	113.193	112.853	113.22	113.66	113.01	0.65
DW-96-05	123.085	113.325	113.545	113.355	113.255	113.745	113.365	113.385	113.165	113.43	113.75	113.26	0.49
DW-96-06	111.858	107.298		107.178	106.998	107.558	107.048	107.038	107.178	107.19	107.56	107.00	0.56
DW-96-07	121.121	120.811	119.251	120.051	119.421	120.771	119.251	119.341	119.211	119.84	120.81	119.25	1.56
DW-96-08	106.662	104.442	104.132	104.592	104.112	104.782	104.642	104.642	104.632	104.48	104.78	104.11	0.67
DW-96-09	132.746	128.876	128.316	127.786	127.326	128.356	127.626	128.066	127.216	128.05	128.88	127.33	1.55
DW-96-10	123.167	121.457	121.567	121.597	121.517	121.617	121.537	121.577	121.527	121.55	121.62	121.46	0.16
DW-96-11	123.726	113.796	113.926	114.096	113.946	114.096	113.936	113.946	113.926	113.96	114.10	113.80	0.30
DW-96-12	114.43		109.9	109.85	109.74	110.47	109.68	109.52	109.3	109.86	110.47	109.52	0.95
DP-96-01	115.287			111.977	111.787	112.177	111.927	111.857	111.777	111.95	112.18	111.79	0.39
DP-96-02	115.308		111.748	112.038	111.878	112.298	111.988	111.908	111.838	111.98	112.30	111.75	0.55
DP-96-03	115.365		111.875	112.095	111.895	112.295	112.015	111.955	111.845	112.02	112.30	111.88	0.42
DP-96-04	115.303		111.963	112.073	111.863	112.243	112.013	111.943	111.843	112.02	112.24	111.86	0.38
DH-96-01	134.709		131.419	131.149	131.069		131.049			131.17	131.42	131.05	0.37
DH-96-02	132.649			131.329	131.259				129.299	131.29	131.33	131.26	0.07
DH-96-03	117.057			112.797	112.817	113.687	113.847	113.877	115.127	113.41	113.88	112.80	1.08
DH-96-04	111.551		109.621	109.841	109.541	109.771	109.651	109.631		109.68	109.84	109.54	0.30
DH-96-05	113.117					110.017	110.077			110.05	110.08	110.02	0.06
DH-96-06	112.478					109.818	109.718			109.77	109.82	109.72	0.10
備註						韋帕颱風		抽水試驗		水位最大變動範圍			1.56

註*：觀測時間為 96 年 8 月 24 日～10 月 25 日

10 月 17 日水位觀測資料係進行抽水試驗之前觀測，平均水位、最高水位與最低水位已扣除 10 月 25 日水位資料

觀測時間為 96 年 9 月 11 日 10:00am～96 年 9 月 20 日 17:00pm止，每隔 30 分鐘記錄一次，96 年 9 月 17 日～96 年 9 月 19 日遭逢韋帕颱風侵襲降雨量達 130 公釐，降雨期間計畫區內地下水位觀測成果如 表 4-8及 圖 4-4所示。計畫區內含水層屬於淺層含水層，受到降雨之天然補注，以致於地下水位於降雨期間明顯升高，其中DW-96-09 位於計畫堰址旁，地下水位受到川流水影響地下水位變化較大。

$$V = -K\left(\frac{\partial h}{\partial X}\right) \qquad \text{(式 4-1)}$$

V=流速(公尺/秒)　　K=滲透係數

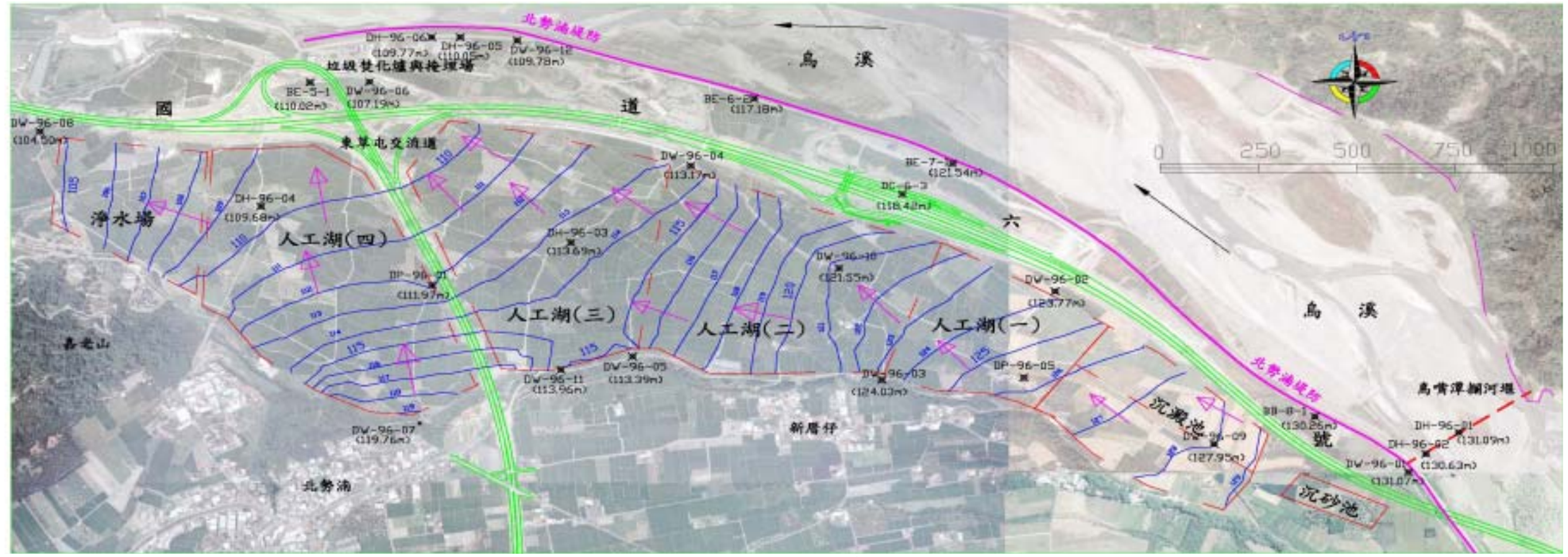
∂h=水位高程差　　∂X=距離

表 4-6 人工湖區地下水位高程分佈

湖區	地下水位高程(公尺)		
	最高	最低	水位差
(一)	126	123	3
(二)	123	115	8
(三)	115	110	5
(四)	119	109	10

表 4-7 地下水流速計算成果表

	水位高程					
日期	8.24	9.05	9.12	9.2	10.01	10.17
DW-96-06	107.3	107.18	107	107.56	107.05	107.04
DH-96-03	—	112.797	112.817	113.687	113.847	113.877
流速	—	1.2E-07	1.3E-07	1.3E-07	1.5E-07	1.5E-07
備註	距離：459m，K=1.5E-5					
	水位高程					
日期		9.05	9.12	9.2	10.01	10.17
DW-96-06		107.18	107	107.56	107.05	107.04
DH-96-04		109.841	109.541	109.771	109.651	109.631
流速		8.7E-08	8.3E-08	7.2E-08	8.5E-08	8.5E-08
備註	距離：459m，K=1.5E-5					



地下水流方向

圖 4-2 地下水位面等高程圖

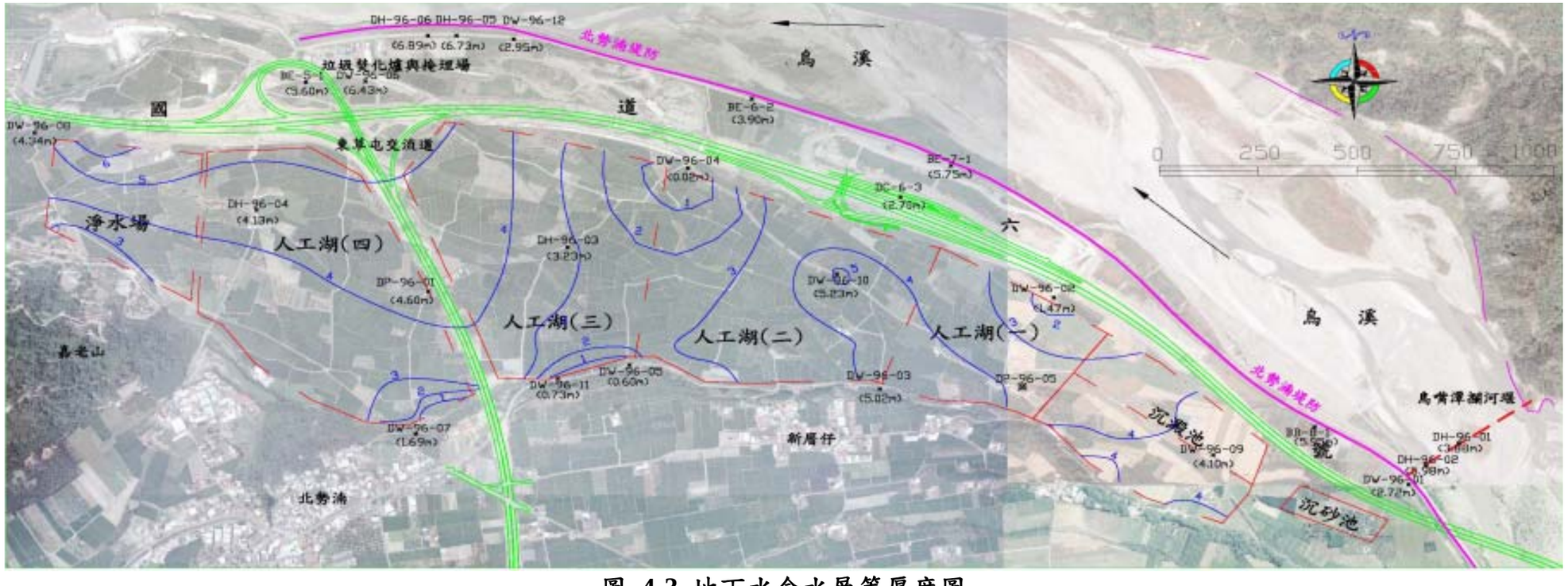


圖 4-3 地下水含水層等厚度圖

註：96 年 8 月 24 日～96 年 10 月 25 日水位觀測資料

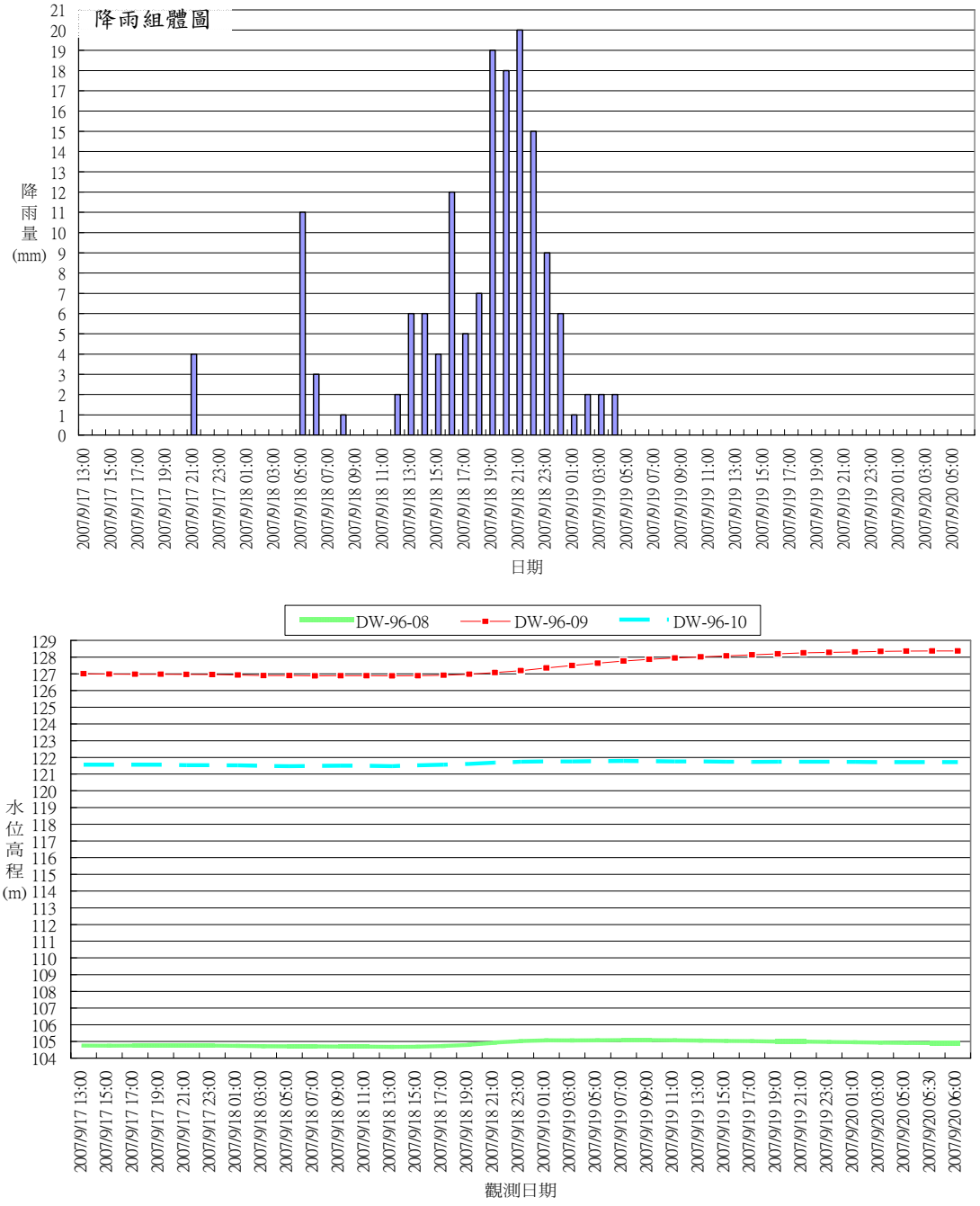


圖 4-4 降雨期間地下水位高程變化圖

表 4-8 降雨期間地下水位觀測資料

(單位：公尺)

日期	DW-96-08	DW-96-09	DW-96-10	
2007/9/17 13:00	104.756	127.006	121.567	
2007/9/17 14:30	104.748	126.989	121.567	
2007/9/17 16:00	104.748	126.982	121.567	
2007/9/17 17:30	104.751	126.978	121.567	
2007/9/17 19:00	104.76	126.978	121.567	開始降雨
2007/9/17 20:30	104.76	126.972	121.547	
2007/9/17 22:00	104.757	126.962	121.547	
2007/9/17 23:30	104.749	126.949	121.547	
2007/9/18 01:00	104.735	126.929	121.527	
2007/9/18 02:30	104.717	126.912	121.497	
2007/9/18 04:00	104.709	126.904	121.477	
2007/9/18 05:30	104.705	126.89	121.497	
2007/9/18 07:00	104.703	126.882	121.497	
2007/9/18 08:30	104.701	126.882	121.517	
2007/9/18 10:00	104.696	126.885	121.507	
2007/9/18 11:30	104.691	126.886	121.497	
2007/9/18 13:00	104.681	126.878	121.477	
2007/9/18 14:30	104.681	126.878	121.507	
2007/9/18 16:00	104.707	126.901	121.537	
2007/9/18 17:30	104.735	126.932	121.567	
2007/9/18 19:00	104.792	126.978	121.617	
2007/9/18 20:30	104.896	127.046	121.667	
2007/9/18 22:00	104.984	127.129	121.717	
2007/9/18 23:30	105.044	127.23	121.737	
2007/9/19 01:00	105.069	127.349	121.757	
2007/9/19 02:30	105.068	127.458	121.757	
2007/9/19 04:00	105.075	127.569	121.757	
2007/9/19 05:30	105.077	127.67	121.787	
2007/9/19 07:00	105.079	127.765	121.787	
2007/9/19 08:30	105.077	127.837	121.757	
2007/9/19 10:00	105.077	127.91	121.757	
2007/9/19 11:30	105.065	127.972	121.757	
2007/9/19 13:00	105.055	128.018	121.757	
2007/9/19 14:30	105.041	128.062	121.737	
2007/9/19 16:00	105.028	128.102	121.727	
2007/9/19 17:30	105.013	128.146	121.737	降雨停止
2007/9/19 19:00	104.997	128.19	121.737	
2007/9/19 20:30	104.995	128.233	121.737	
2007/9/19 22:00	104.985	128.269	121.737	
2007/9/19 23:30	104.972	128.296	121.737	
2007/9/20 01:00	104.951	128.309	121.727	
2007/9/20 02:30	104.933	128.33	121.717	
2007/9/20 04:00	104.917	128.348	121.717	
2007/9/20 05:30	104.905	128.369	121.717	

三、抽水試驗工作內容

進行抽水試驗旨在瞭解地層含水情況，以確知安全出水量。本試驗首先進行不同水量(由小到大)的分級試水，藉地下水的洩降情形以確定抽水井安全出水量。根據分級抽水結果，決定一適當抽水量連續長時間定量試水，觀測水位洩降情形。並將試水結果點繪成半對數洩降-時間曲線，用以計算地層導水係數。定量試水終了時，可隨即觀測記錄水位之回升情形，藉以校核地層導水係數及分析地下水補給狀況，以確知抽水井安全出水量。

(一)抽水井與抽試井位置

本計畫共佈設 2 口直徑 6 英吋(DP-96-01、(DP-96-05)抽水井與 6 口直徑 2 英吋觀測井(DP-96-02~DP-96-04、DP-96-06~DP-96-08)，2 口抽水井與其觀測井相關佈置圖如 圖 4-5、圖 4-6所示。抽水井及觀測井井徑、深度、井管及濾管等相關資料如 表 4-9。試驗設備如下：

(1)5HP 抽水機、3”PVC 抽水管

(2)電磁式流量計

(3)3”鑄鐵制水閥

(4)10HP 發電機

(5)水位自動記錄器一台，Sensor 4 支

(6)筆記型電腦

(7)水位計

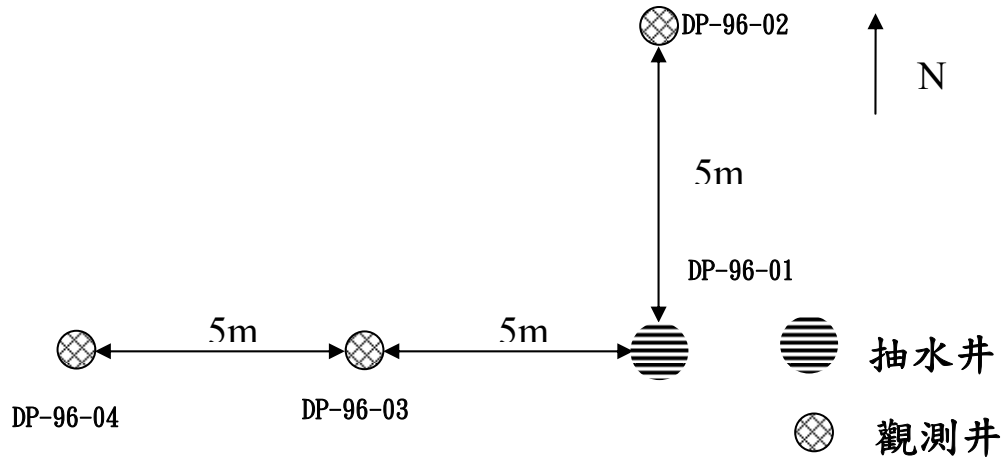
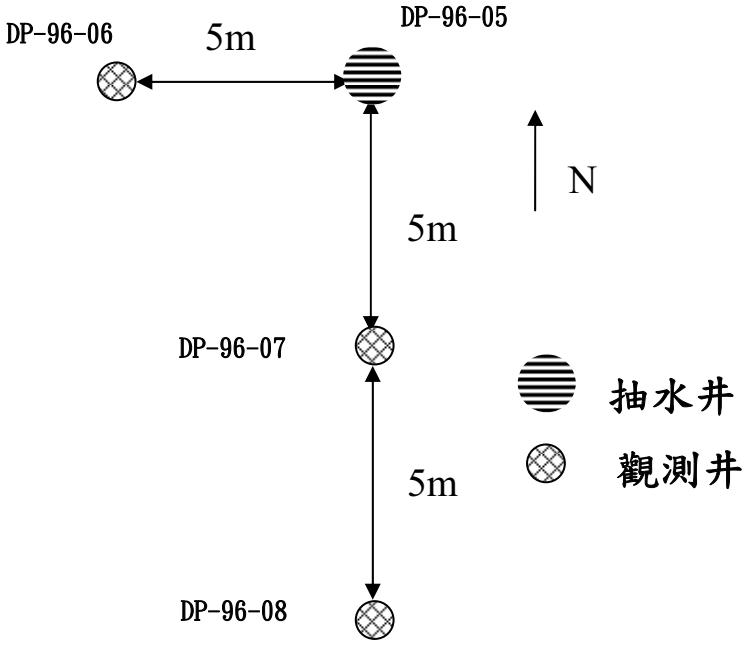


圖 4-5 DP-96-01 抽水井及觀測井現場設置點示意圖



備註：不進行抽水試驗

圖 4-6 DP-96-05 抽水井及觀測井現場設置點示意圖

表 4-9 新建置抽水井、觀測井基本資料

井編號	水井口徑	井篩管縫寬（mm）	水井井深（m）	篩管長（m）	材質
DP-96-01（抽水井）	6”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
*DP-96-05（抽水井）	6”*4.0mm	0.25	15	6	PVC
DP-96-02	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
DP-96-03	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
DP-96-04	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
*DP-96-06	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
*DP-96-07	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC
*DP-96-08	2”*4.0mm	0.25	10	6	PVC

備註：*不進行抽水試驗

(二)現場抽水試驗

本工作抽水試驗共執行抽水井之分級、定量及回升試驗，現場抽水試驗執行時之工作流程詳如 圖 4-7所示，工作情況說明如下：

本試驗於 96 年 10 月 16 日開始裝設抽水機及其排水管路、電磁式流量計，其中抽水機放置深度為井頂下 8.2 公尺。試驗儀器設備裝設完畢，隨即進行最大出水量試抽五分鐘，試抽結果抽水井之最大出水量為 0.416 立方公尺/分(25 立方公尺/小時)，根據抽水井最大出水量決定分級試驗之級數：依台糖水井手冊 45 立方公尺/小時以下可分三級，180 立方公尺/小時以下可分四級，180 立方公尺/小時以上可分五至六級或更多，各級抽水量之差異大致上相等，故本次分級試水共分四級，1 至 4 級分別為 0.17 立方公尺/分(10 立方公尺/小時)、0.25 立方公尺/分(15 立方公尺/小時)、0.33 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)、0.416 立方公尺/分(25 立方公尺/小時)，由小至大順序抽水；而分級時間的決定，原則上越長越好，高水量級次之試水時間尤

宜長於低水量級次，故本次試驗抽水時間分別為 60，90，100，120 分鐘。分級及定量試驗所抽出之水體，均經由排水管路導至遠處以防回滲入井。

分級試驗開始前量測靜水位，DP-96-01 測得高度為井頂下 3.78 公尺。試驗中各級抽水開始時間分別為 14:00，15:00，16:30，18:10，利用水位自動記錄器每 10 秒記錄一次水位，期間定時以人工量測水位，以校核自動量測資料。在調整各級流量時，於一分鐘內完成調整手續，檢視流量計，確實記錄流量。分級試驗結果，1~4 級之水位洩降分別為 0.95 公尺，1.47 公尺，2.03 公尺，3.055 公尺。

定量試驗於翌日進行，根據分級試驗中各級水位洩降情況及抽水機的效能，決定定量試驗之抽水量 0.33 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)(相當於抽水井的最大安全出水量)共歷時 72 小時。試驗期間同時紀錄抽水井及觀測井之水位變化情形，試驗開始前量測靜水位，DP-96-01 測得高度為井頂下 3.78 公尺，而 DP-96-02、DP-96-03、DP-96-04 分別為井頂下 3.90 公尺，3.96 公尺，3.91 公尺。待 72 小時後，隨即將抽水機關閉進行回升試驗，記錄水位回升情形。

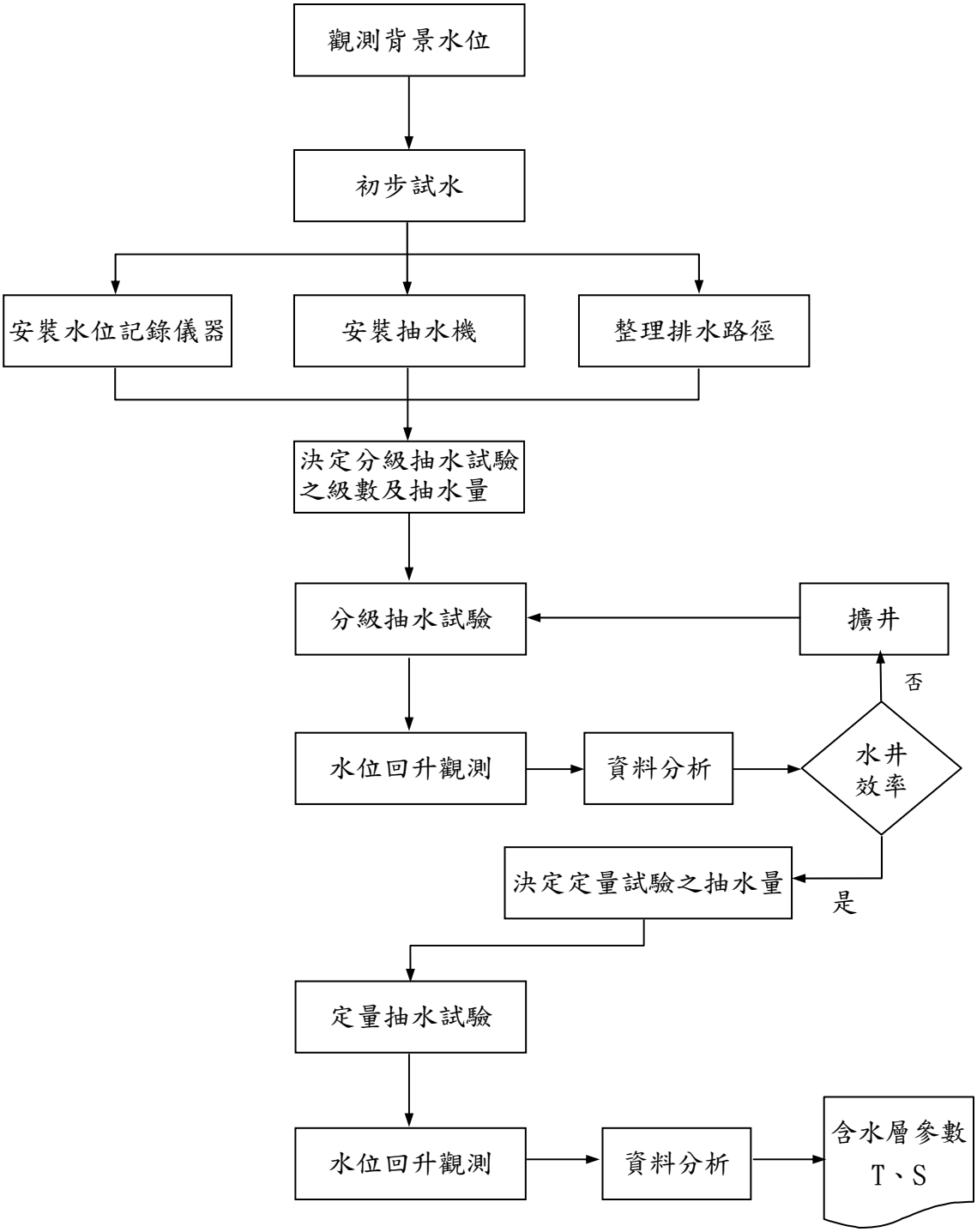


圖 4-7 現場抽水試驗工作流程

(三)抽水試驗分析原理

抽水試驗等向性含水層之地下水位洩降分佈的狀況可由下式表示：

$$\frac{\partial^2 s}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial s}{\partial r}=\frac{S}{T}\frac{\partial s}{\partial r} \quad \text{.....(式 5-2)}$$

其中

s：地下水位洩降(公尺)

r：抽水井至觀測點之距離(公尺)

t：抽水延時(分鐘)

T：導水係數(平方公尺/分)

S：儲水係數

Theis 發展出來未穩定狀態之解為：

$$s=\frac{Q}{4\pi T}W(u) \quad \text{.....(式 5-3)}$$

其中

s：地下水位洩降(公尺)

Q：抽水速率(立方公尺/分)

T：導水係數(立方公尺/分)

$$u=\frac{r^2 S}{4Tt} \quad \text{.....(式 5-4)}$$

其中

r：觀測井至抽水井距離(公尺)

S：儲水係數

t：抽水延時(分鐘)

$W(u)=\int_u^\infty \frac{e^{-y}dy}{y}$ ，稱為井函數(well Function)

Jacob 發現當抽水時(t)很長或是觀測井與抽水井之距離 r 很短，在 u 值小於 0.01 時，Thesi 解((5-3)式)可以下列近似：

$$s\cong\frac{Q}{4\pi T}(-0.5772-\ln u) \quad \text{.....(式 5-5)}$$

(5-2)式又可寫成：

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T}\log\frac{2.25T}{r^2 S} \quad \text{.....(式 5-6)}$$

由(5-6)式可知，若使用 logt 與 s 作圖，由此直線之斜率可以求出含水層之貯水係數及導水係數。

導水係數 $T = \frac{2.3}{4\pi\Delta s}\log\frac{t_2}{t_1}$

儲水係數 $S = \frac{2.25Tt_0}{r^2}$

式中 $\Delta s = s_2 - s_1$ $s_1 : t_1$ 時之洩降

$s_2 : t_2$ 時之洩降

t_0：為斜率直線與時間軸相交之值

Jacob 直線法有許多假設，分述如下：

(1)含水層為均質(Homogeneous)及等向性(Isotropic)。

(2)含水層為受壓水層(Confined)，且含水層等厚。

(3)含水層流動未穩定流(Unsteady State)

(4)含水層水位若下降，則地層貯存之水立即釋出，出水反應瞬間完成。

(5)抽水井之井徑很小，亦即抽水井井內所貯存之水量可以忽略。

(6)井孔全部貫穿含水層，地下水水平流向抽水井。

(7)含水層為水平(Horizontal)且寬廣無邊界(Infinite Areal Extent)。

(8)u 值小於 0.01。

自由含水層井流與承壓水井流不同，它的上界面是一個隨著時間而變化的浸潤曲面(自由面)。因而它的運動與承壓含水層中的情況不同，主要表現在下列幾點：

1、自由含水層井流導水系數 T=Kh 隨距離 r 和時間 t 而變化，而承壓水井流 T=KM，和 r、t 無關。

2、自由含水層井流當洩降深度較大時，垂向分速度不可忽略，在井附近為三維流。而水平含水層中的承壓水井流垂向分速

度可忽略，一般為二維流或可近似地當二維流來處理。

3、以自由含水層井抽出的水量主要由自由含水層重力輸出。重力輸出不能瞬時完成，而是逐漸被排放出來，因而出現明顯地遲後於水位下降的現象。雖然自由含水層水面下降了，但自由含水層面以上的非飽和帶繼續向下不斷地補給自由含水。因此，測出的給水度在抽水期間是以一個遞減的速度逐漸增大的。只有抽水時間足夠長，給水度才實際上趨於一個常數值。承壓水井流向不同，按 Theis 理論，抽出的水來自含水層貯存量的釋放，因此接近於瞬時完成，貯水系數是常數。

到目前為止，還沒有同時考慮上述三種情況的自由含水層井流公式。在一定條件下也可將承壓水完整井流公式應用於自由含水層完整井流的近似計算。自由含水層井的流量主要來自重力排水，但當抽水相當長時間以後，遲後排水現象已不明顯，也可近似地認為已滿足條件。因此，自由含水層完整井在洩降深度不大的情況下，即 s≦0.1m，m 為抽水前自由含水層流的厚度，可用承壓水井流公式作近似計算。此時自由含水層流厚度可近似地用在抽水試驗中，受壓含水層保持充滿水，飽和含水層厚度不變。可以使用水位下降的校正公式：

$s' = s - s^2 / 2m(Jacob)$ 。

(四)抽水試驗計算結果

1、分級試水

DP-96-01 抽水井及DP-96-02~ DP-96-04 觀測井建置完成後，以 0.17 立方公尺/分(10 立方公尺/小時)，0.25 立方公尺/分(15 立方公尺/小時)，0.33 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)，0.416 立方公尺/分(25 立方公尺/小時)等 4 階段流量進行分級

試水，分級試水之試驗時間-洩降曲線圖如 圖 4-8所示。DP-96-01 抽水井安全出水量、井效能、水井損失及水頭損失等資料如下：

(1)抽水井最佳安全出水量為 0.333 立方公尺/分(20 立方公尺/小時)。

(2)抽水井井效能 Ew=51.22%。

(3)抽水井水井損失 C=0.0043 小時/公尺五次方(hr/m^5)

(4)水層損失 B=0.0903 小時/平方公尺

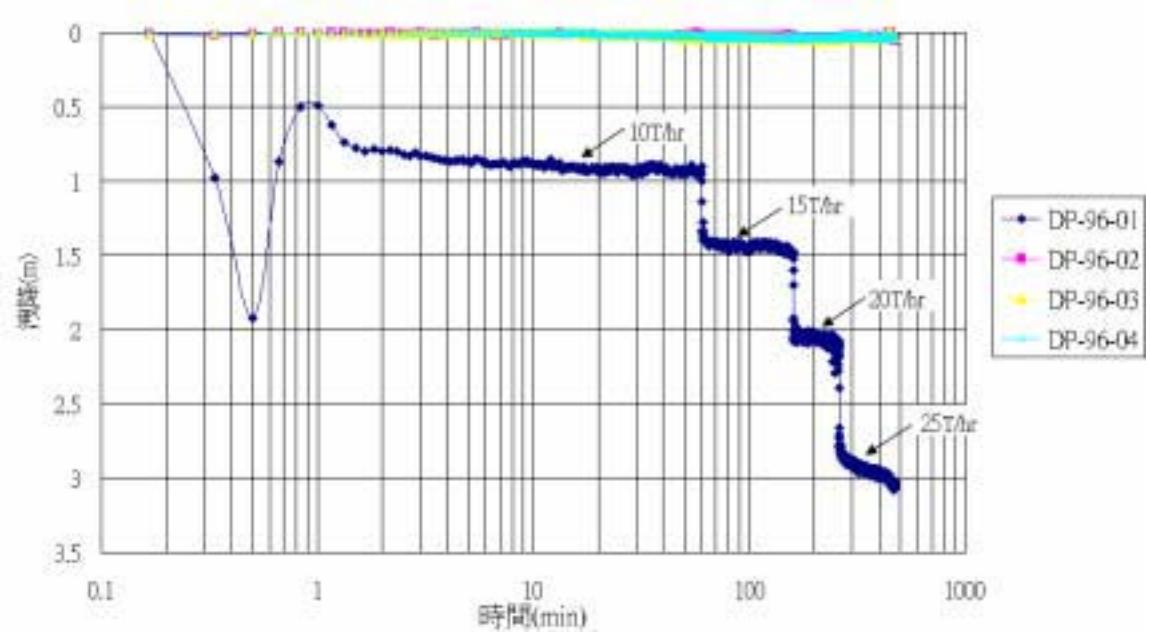


圖 4-8 分級試水之時間-洩降曲線圖

2、定量抽水試驗成果

DP-96-01 抽水井進行 4 階段分級試水資料研判後，採流量為 20 立方公尺/小時，試驗時間採 72 小時進行定量抽水試驗，俟抽水試驗結束後，隨即進行回復試驗。試驗結果可校核抽水試驗結果。定量抽水試驗與回水試驗之時間-洩降曲線圖，分別詳如 圖 4-9、圖 4-10所示。以Cooper-Jacob分析方法分析非拘限含水層之抽水試驗，分析成果如 表 4-10所示。再

以Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method分析本次定量抽水試驗，分析成果如 圖 4-11至 圖 4-14所示。

表 4-10 抽水試驗分析結果(Cooper-Jacob)

分析方法：Cooper-Jacob	含水層：Unconfined	含水層厚度 4.22m	
孔號	T (m^2/min)	K (cm/sec)	S
DP-96-01	1.07	0.297222	-------
DP-96-02	3.247	0.901944	0.0188
DP-96-03	3.844	1.067778	0.1691
DP-96-04	2.875	0.798611	0.1524

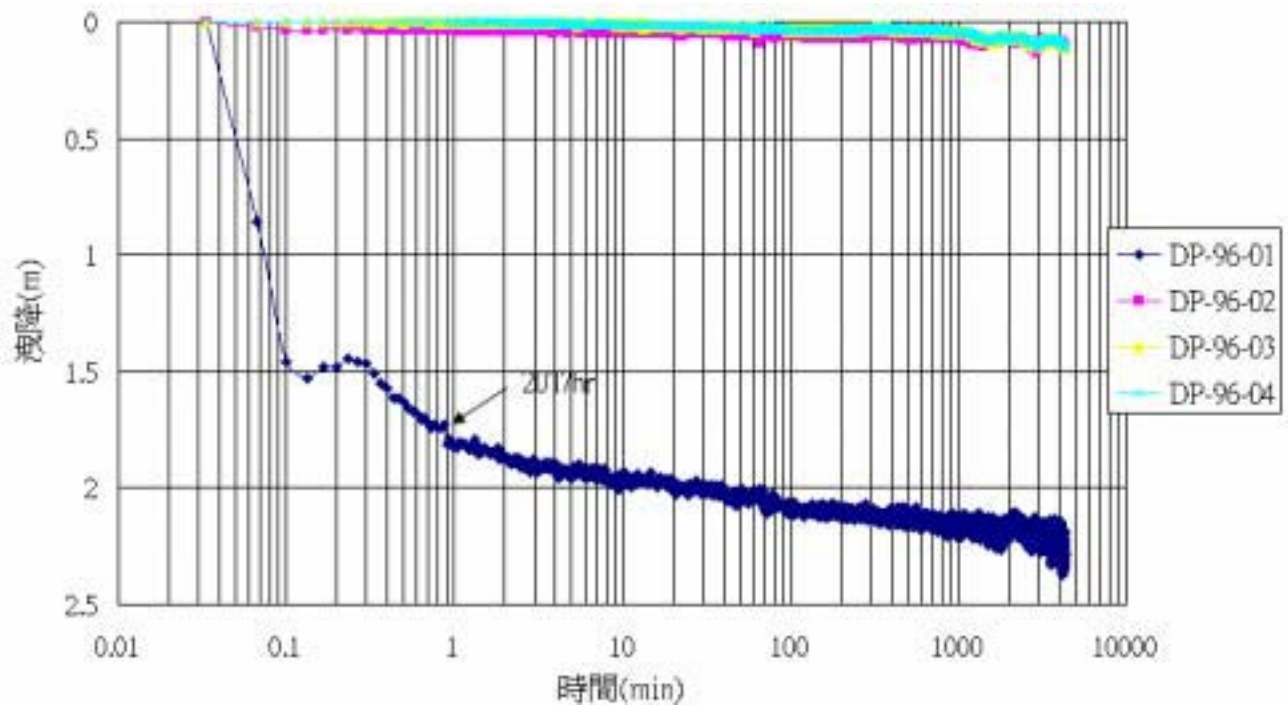


圖 4-9 定量抽水試驗之時間-洩降曲線

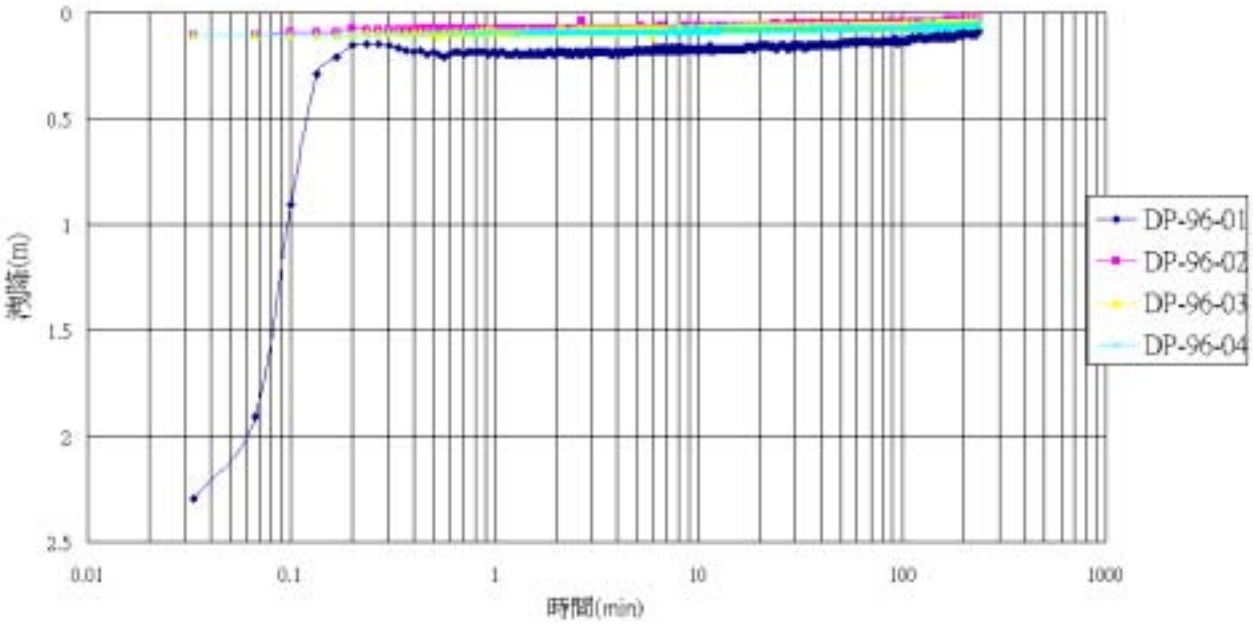


圖 4-10 回升抽水試驗之時間-洩降曲線

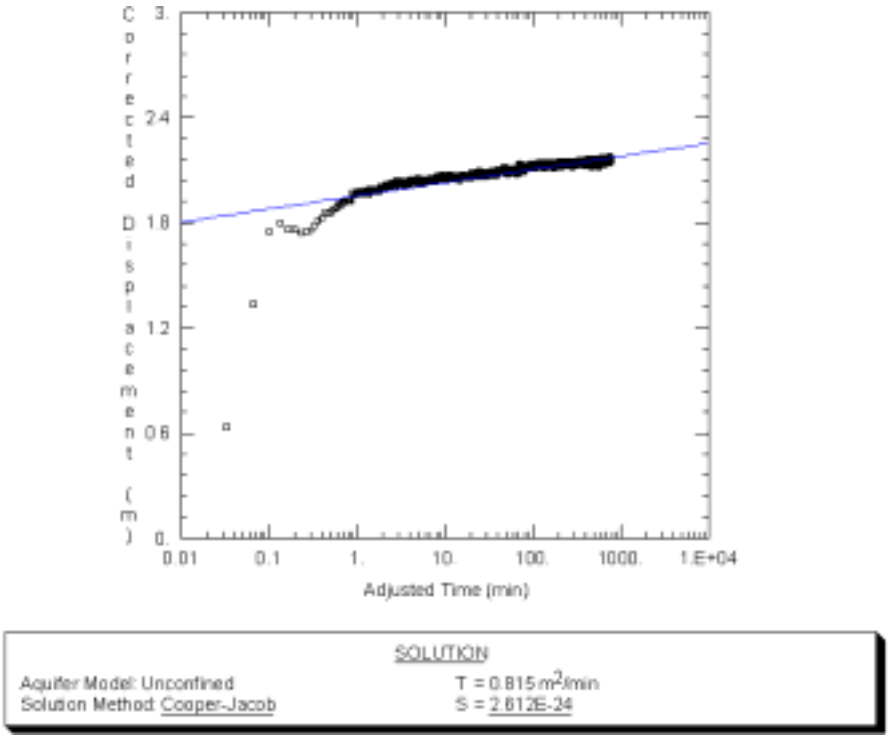
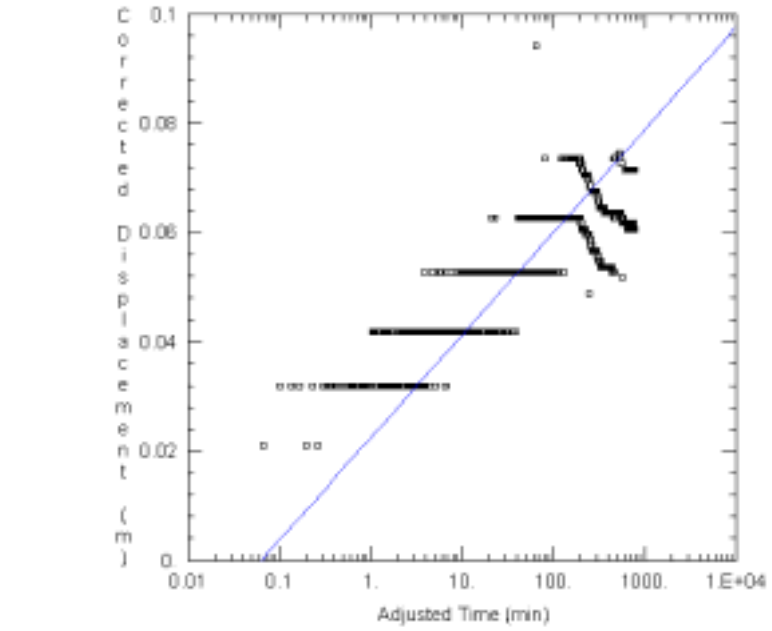


圖 4-11 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method 分析結果（DP-96-01）

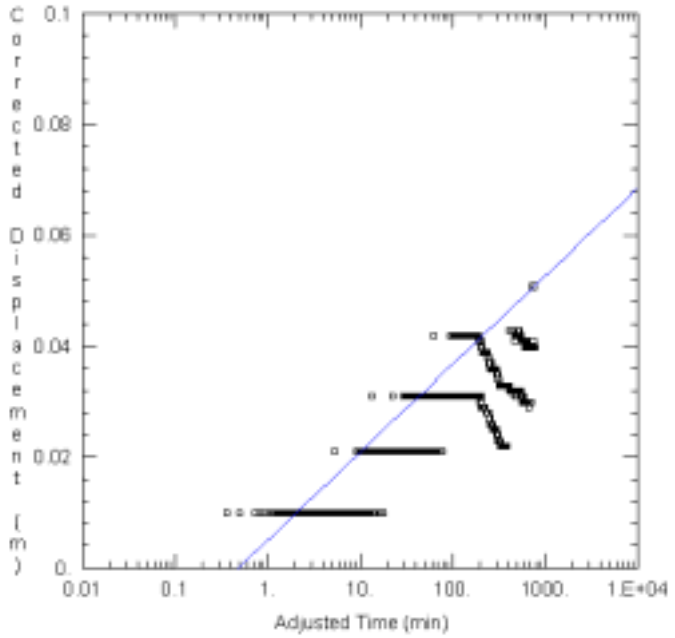


SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
Solution Method: Cooper-Jacob

T = 3.247 m^2/min
S = 0.01876

圖 4-12 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method 分析結果（DP-96-02）



SOLUTION

Aquifer Model: Unconfined
Solution Method: Cooper-Jacob

T = 3.844 m^2/min
S = 0.1691

圖 4-13 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method 分析結果（DP-96-03）

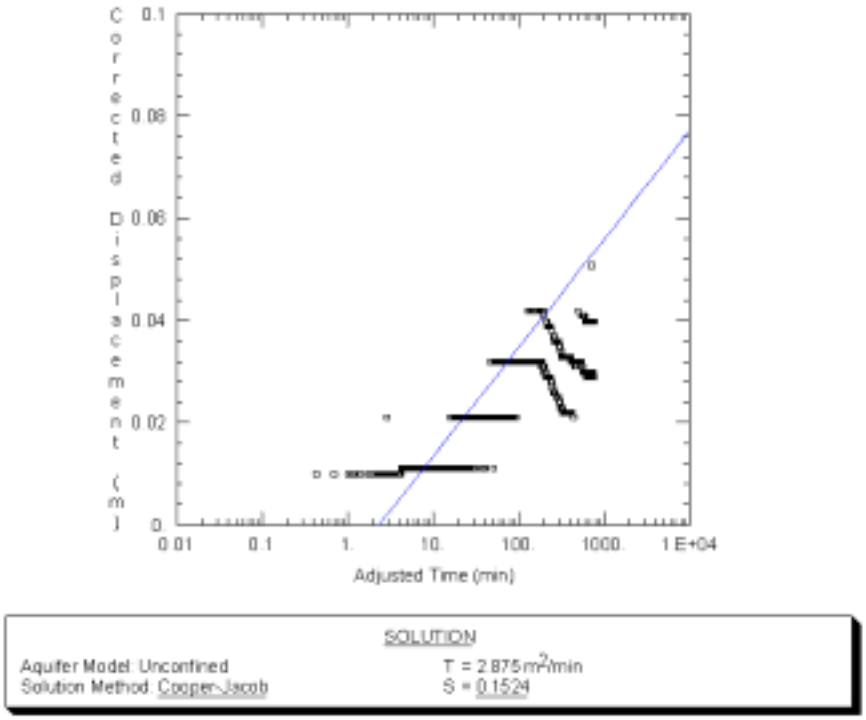


圖 4-14 Cooper-Jacob Time-Distance-Drawdown method 分析結果（DP-96-04）

四、區域地下水評估

人工湖(一)、(二)湖區地下水流由東南方流向西北方；人工湖(三)、(四)湖區受到高階台地影響，地下水水流方向則由南方流向西北方，各湖區地下水位高程差約 3～10 公尺。未來攔河堰興建後，調查區內地下水位仍可能受到川流水影響。

依據目前水位觀測資料(豐水期)垃圾掩埋場(DW-96-06)水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺與 109.68 公尺，經由地下水流速分析，初步推算人工湖區地下水流速相當緩慢，地下水流向由 DH-96-03、DH-96-04 流向垃圾掩埋場，因監測時間短且無垃圾掩埋場水質資料，建議未來需持續進行水位觀測與垃圾掩埋場水質監測，至少一年以上並進行污染物傳輸分析，以有效掌握計畫區附近垃圾掩埋場污水與污染物對於人工湖的影響性。

參考文獻

1、經濟部水利署水利規劃試驗所，2006，"烏溪水源開發-建民水庫壩址上移先期規劃暨流域水資源運用規劃檢討-堰址地質調查專題報告"。

2、交通部台灣區國道新建工程局，1999，"國道中橫公路霧峰埔里段工程設計-初步設計-大地工程調查地表地質調查報告"。

3、交通部台灣區國道新建工程局，2001，"國道中橫公路霧峰埔里段工程設計-細部設計-大地工程調查鑽探、取樣及試驗報告"。

4、陳文山、宋國城、陳于高、張徽正、李元希、李錫堤，2002，"車籠埔斷層新期構造、古地震及槽溝開挖研究古地震"，自然科學簡訊第 14 卷第 1 期。

5、費力沅、江崇榮，1989，"台灣地區陸上砂石資源調查與研究報告-第六卷-台灣西部第三紀砂岩碎石母岩骨材資源"，經濟部中央地質調查所。

6、經濟部中央地質調查所全球資訊網-車籠埔斷層調查報告，http://cgsweb.moeacgs.gov.tw/result/Fault/web/index-1.htm

7、國立中央大學應用地質研究所工程地質與防災科技研究室-台灣活動斷層查詢系統 http://140.115.123.30/act/

8、經濟部中央地質調查所全球資訊網-國土資訊系統工程地質探勘資料庫，http://61.63.7.135/imoeagis/about/index.htm

9、經濟部中央地質調查所，"台灣地質圖說明書-臺中"。

10、經濟部中央地質調查所，"台灣地質圖說明書-南投"。

附錄一 報告審查意見研辦與說明

「烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查」
期末報告修正稿審查意見及答覆表

項次	委員意見	辦理情形
一、大地課		
1	p.XXV 未談及漏水情形及未提及滲流分析請修正。	已修正。已於 p.xxvii 建議後續規劃應辦理滲流分析，分析斷層破碎帶造成漏水情形與封底材料對人工湖封底前及封底後滲流量之影響，以評估封底需求。
2.	圖 1-2 請增加示意圖。	已修正，分別標註地表、岩盤、湖區…等，詳見圖 1-2(p.1-4)。
3.	圖 4-2 流向請修正。	已修正，詳見圖 4-2(p.4-12)
4.	岩石試驗狀況描述要有證據，否則僅可說〝有可能〞，請修正。	已修正，單壓強度變化程度大，可能與岩性較無直接關係;單壓強度偏低值表示試驗結果可能受到鑽探取樣擾動、岩樣試體解壓或其他外在因素影響。詳閱報告第三章(p.3-20)
5.	地下水流速本來就很小，不能描述為〝零〞，僅能說很慢，請修正。	已修正，依據本計畫水位觀測資料(豐水期)，垃圾掩埋場(DW-96-06)水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺、109.68 公尺，依據地下水水流方程式，進行地下水流分析，初步計算成果顯示人工湖區(DH-96-03、DH-96-04)內至垃圾掩埋場地下水(DW-96-06)的流速相當緩慢，請詳閱報告第肆章(p.4-9、p.4-12)。

「烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查」
期末報告審查意見及答覆表

一、開會時間：96 年 11 月 30 日(星期五)上午 11 時 00 分

二、開會地點：本所舊正辦公區大地課二樓會議室

三、主持人：廖副所長培明　　紀錄：徐世定

四、與會人員建議事項：

項次	委員意見	辦理情形
一、溫委員志超		
1	期末成果豐碩	謝謝指教。
2	人工湖區有疑似破碎帶是否對人工湖區及其底下地下水區的水源有漏水之疑，建議能提供更清楚的說明。	因隘寮斷層破碎帶通過西側人工湖區，確實有可能會形成漏水管道。已建議後續工作中（p.xxv）進行人工湖滲流分析，並考慮破碎帶對人工湖之影響性。
3	地下水位，本次研究期間為豐水期。其地下水位尚稱穩定；但是顯示人工湖區的地下水(淺層)，應有一定的坡度。(及非完整水平分佈的地下水位面)。所以，在明顯具坡度自由水位面的未受壓含水層面用 Theise solution 來求解 K.S 是否恰當，請再考慮。	自由含水層井的流量主要來自重力排水，但當抽水相當長時間以後，遲後排水現象已不明顯，也可近似地認為已滿足條件。因此，自由含水層完整井在水位洩降深度不大的情況下，可用承壓水井流公式作近似計算。本計畫係採用水位下降的校正公式進行相關分析。相關分析成果請詳閱期末報告修正稿第肆章(p.4-22)
4	由於也收集到枯水期地下水位資料，是否一併考慮豐枯水期水位變化，對人工湖規劃的影響。	因鄰近計畫區枯水期地下水位資料僅有國道新建工程局於國道六號工程鑽探時 BE-6-2 鑽井之量測資料，且量測時間僅 88 年 3 月～5 月。建議待後續持續觀測後有較長時間之量測資料時再據以評估豐、枯期地下水位變化對人工湖區之影響性。
二、林委員炳森		
1	應持續長期監測垃圾掩埋場的地下水流，觀測將來是否會污染人工湖，並應說明相對高程與地下水流向。	依據本計畫水位觀測資料(豐水期)，垃圾掩埋場(DW-96-06)水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內 DH-96-03、DH-96-04 水位高程分別為 113.69 公尺、109.68 公尺，依據地下水水流方程式，目前垃圾掩埋場污水(DW-96-06)並無流入人工湖區(DH-96-03、DH-96-04)內，初步計算成果請詳閱期末報告修正稿第肆章(p.4-9、p.4-12)。
2	圖 2-10、表 2-10 的地下水位資料應更新至最新資訊。	期末報告修正稿(p.2-23)中表 2-12 及圖 2-10 地下水位資料係蒐集國道新建工程局(民國 88 年)初步設計階段地下水位觀

項次	委員意見	辦理情形
		測資料，因國道六號正在施工，鑽孔已不存在，無進行水位觀測，故水位觀測資料僅收集到民國 88 年 2 月 27 日～5 月 21 日止。
3	P.5-28 應建議未來人工湖是否封底需再進行之調查研究。	已將建議後續調查研究作整理，請詳見期末報告修正稿(p.xxix)。
4	附錄： (1)P 附 6-7 應說明各材料之規範如健性應小於 9%，洛杉磯磨損試驗…等。 (2)P 附 3-4 透水試驗應說明不同深度、岩石種類加以說明未與 RQD 成相關性之原因。	(1)已增加說明材料規範，詳見期末報告修正稿附錄(p.附 6-7)。 (2)已修正，詳見期末報告修正稿附錄(p.附 3-3)。
三、蘇委員苗彬		
1	內容所述現況湧泉，應針對其形成原因作檢討，水溢流出來有其地質形成的條件。	已修正。地表地質調查時所發現的天然湧泉，係指地層可能受到斷層作用，造成地層抬升之後，阻斷地下水流方向，致使地下水流沿裂縫流到地表。詳見期末報告修正稿第參章(p.3-2)。
2	結論中撰寫人工湖一案，材料收入約 46 億元，如此的描述，好比此案是一個砂石開採計畫，可能不太恰當，建議應稍作調整。	報告中所列之材料收入係指人工湖在開挖過程中所挖掘卵礫石其市場價值，或許可作為人工湖開發作業中所需經費之補貼（土地徵收、直接工程費用等）。為避免易被不當聯想，已將報告中相關字眼刪除，詳見期末報告修正稿結論(p.xxv(四)項)。
3	報告中對地下水觀測有許多建議，是考慮統整為具體的工作項目，以利主辦單位後續推動。	遵照辦理，後續水位觀測之相關工作已依工作目的作詳細整理，請詳見期末報告修正稿建議工作項目表(p.xxix)。
4	依結論比照原規劃挖深 8～12 公尺，是否與目前調查結果有所衝突，是否應建議調整。	根據水利規劃試驗所提供人工湖初步規劃成果，湖區蓄水深度達 12 公尺，則開挖深度約為 6~12 公尺，又岩盤可工性高，調查成果與原規劃無衝突，詳見期末報告書修正稿第參章(p.3-85)
5	本案沿河畔設置地下水觀測井，應特別考慮受地表水影響反應的是真正區域的地下水流場抑或地表水的部分。	計畫區上游地下水位水位變化係受到河川地表水影響，在中下游部分地下水變化則受到河川地表水與地下水流場所影響，相關成果請詳閱期末報告修正稿第肆章(p.4-9)。
6	目前所評估計算得知之安全出水量，基本上是所設置抽水井支出水量而非地區或地層的安全出水量，在報告撰寫中應特別留意。	謝謝指導，已於期末報告修正稿中作修正。
四、廖委員志中		

項次	委員意見	辦理情形
1	本計畫執行的調查、試驗品質皆佳。	謝謝指教。
2	隘寮斷層破壞的可能位置在人工湖(三)與(四)區，報告雖依車籠埔斷層的週期及工程壽命推估使用期限內不致破壞，過於樂觀，下期建議應詳加調查，並進行錯動模擬分析及破裂的影響評估。	已將部份文字內容作修正，詳見期末報告修正稿第參章(p.3-91)。
3	單壓試驗結果散亂範圍過大，其原因可能因為鑽探擾動及實際量測的關係，請詳加說明試體的擾動性，及試驗所採用的儀器，量測方法及試體破壞模式。	已補充，詳見期末報告修正稿第參章(p.3-19)。
4	人工湖區位於車籠埔斷層帶內，岩盤的破碎性將影響蓄水能力，未來請加以調查岩盤的破碎性及評估其對蓄水能力之影響。	謝謝指教。將建議主辦單位後續工作項目應調查隘寮斷層的破碎帶，並加以評估蓄水能力之影響，詳見期末報告修正稿建議(p.xxvi)。
五、許委員慶祥		
1	本計畫相關調查工作已相當豐富、周詳。	謝謝指教。
2	隘寮斷層通過計畫區內，可能為外界之攻防重點，建議將來深入調查及瞭解，提供設計單位之考量。	謝謝指教。將建議主辦單位後續工作項目應調查隘寮斷層的破碎帶範圍，並評估其對人工湖區所造成之影響，詳見期末報告修正稿建議(p.xxvi)。
3	人工湖庫底建議開挖新鮮岩盤將礫石層全部挖除，為將來設計數量之估計，建請對岩盤線之深度增加鑽探調查。另邊坡保護工及庫底封地材料，其數量頗大，在材料調查建議將來增加不透水材料調查。	謝謝指教。將建議主辦單位後續工作項目增加湖區內地質鑽探孔及水質觀測井，以提供更多岩盤深度，增加岩盤面分析精度，另將建議調查不透水材料區域，以供封底材料使用，詳見期末報告修正稿建議(p. xxvii)。
六、王委員國樑		
1	探查及調查選站原則，請加強著墨。	地質調查、地球物理探查與水位觀測井埋設選站原則詳見期末報告修正稿第參章(p.3-9、3-20)與第肆章(p.4-2)。
2	淨水〝廠〞請修正為淨水〝場〞	謝謝指正，已於期末報告修正稿中作修正，請詳見期末報告修正稿(圖 1-1、圖 2-2、圖 3-46、圖 3-47、圖 3-54、圖 4-1、圖 4-2)
3	透過區域地下水調查，已清楚知道未來豐、枯水期湖區地下水位變化趨勢，另地下水不深，未來湖區蓄水時地表地下水可能之交換機制為何？亦請說明；地下水調查之包含地下水質的分析？	本計畫地下水調查主要調查區域內地下水位的變化，未包含地下水質分析。另計畫區內之豐枯期地下水位變化、地表地下水交換機制及地下水質等對人工湖規劃的影響已建議於後續工作中進行評估與探討，詳見期末報告修正稿建議(p.xxvi)。

項次	委員意見	辦理情形
4	針對隘寮斷層對人工湖區之影響及未來之因應對策，建議應做具體建議。	已於結論與建議(p.xxvi)中列出下一階段建議進行工作。
5	針對攔河堰之地質探查應針對堰址承載力及基礎之透水性等應提具體之量化數據。	岩盤透水性見透水性驗成果，另外基礎承載力評估詳見期末報告修正稿第參章(p.3-17 表 3-15)、(p.3-89)。礫石層承載力依委員意見僅列礫石層參數，提供後續規劃引用。
七、經濟部水利署		
1	本計畫湖底即為不透水岩層，加以烏溪濁度較高，營運數年即可能自然封底，另從環境生態、工程經費考量，可考慮不封底，人工湖區(四)從地下水質及地層破碎帶考量，是否須封底則請在考量。	謝謝指教。封底問題建議於後續規劃工作詳加調查隘寮斷層對人工湖區之影響及滲漏分析，詳見期末報告修正稿建議(p.xxix)。
2	卵礫石層工程設計參數表，建議把 N 值放入，另如 E 等，仍可由 N 值已經驗公式間接推估，建議可以加以比較。	因經驗公式對砂土、黏土、粉土層較為適用，而本計畫區依據鑽探成果地層幾為卵礫石層，N 值均大於 50，以經驗公式推估較無代表性，建議仍參考鄰近地區礫石層工程參數或進行現地試驗求取。
3	堰址卵礫石層承載力所舉之基礎型式，因與未來可能基礎型式(如沉箱...等)差異較大，建議將堰址卵礫石層設計參數詳列清楚即可。	已修正。若基礎築於礫石層，可從上述所評估之礫石層力學參數凝聚力為 4 噸/平方公尺及摩擦角 35°等參數，依不同的基礎形式進行設計。詳見期末報告修正稿第參章(p.3-89)
八、大地課		
1	缺英文摘要，目錄缺附件名稱。	已修正，請詳見期末報告修正稿目錄(p.iii)、英文摘要(p.xxiii)。
2	P.結-4 頁 6，請依本所語意撰寫。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.xxvii)。
3	P.1-1 頁二，計畫目的內容請精簡。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.1-1)。
4	P.1-2 頁(八)，敘述刪除。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.1-1)。
5	報告書依環保觀點請雙面印刷。	遵照辦理。
6	P.5-19 頁圖 5-7，現場抽水試驗(QA 及 QC)工作流程圖。	已修正，請詳見期末報告修正稿第肆章(p.4-19 圖 4-7)。
7	材料調查數量與經費應刪除，審慎處理。	依委員意見將經費刪除。期末報告修正稿第參章(p.3-74)
8	報告封面請依本所規定修正。	遵照辦理，逕予更正。
9	P.摘-3 頁摘表一，加鑽孔位置。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.xiv)。
10	P.摘-9 頁四.(一)，內容有關數量請修正。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.xx)。
11	P.結-1 頁第 2 點，敘述結果即可，請精簡。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.xxv)。
12	P.結-2 頁第 4 點，數量及經費請刪除。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.xxv)。

項次	委員意見	辦理情形
13	P.結-2 頁第 5、6 點請刪除。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p. xxv)。
14	P.2-21 頁表 2-10，高水位、低水位請檢查。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.2-23 表 2-12)。
15	P.4-1 頁，請將第三章併入第四章。	已修正，請詳見期末報告修正稿第參章。
16	P.4-4 頁，請清稿。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.3-12 圖 3-3)或詳見(p.1-6 圖 1-4)。
17	P.4-63 頁，顏色請再明顯一點。	已修正，請詳見期末報告修正稿圖 3-47、圖 3-46(p.3-64)。
18	P.4-75 頁，經費請刪除。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.3-74)。
19	P.4-77 頁，圖 4-51 加入 DH-95-05。	已修正，請詳見期末報告修正稿圖 3-52 (p.3-76)。
20	P.5-8 頁，地下水流速約為 0 公尺/秒，請修正。	依據本計畫水位觀測資料(豐水期)，垃圾掩埋場(DH-96-06)水位高程為 107.19 公尺，人工湖區內(DH-96-03、DH-96-04)水位高程分別為 113.69 公尺、109.68 公尺，依據地下水水流方程式，垃圾掩埋場污水並無流入人工湖區)內，計算成果請詳見期末報告修正稿第肆章(p.4-11)。
21	P.附 2-9 頁，柱狀圖請修正。	已修正，請詳見期末報告修正稿(p.附 2-9)。

「烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查」
期中報告審查意見及答覆表

一、開會時間：96 年 10 月 11 日(星期一)上午 9 時 30 分

二、開會地點：本所舊正辦公區大地課二樓會議室

三、主持人：廖課長培明　　紀錄：徐世定

四、與會人員建議事項：

項次	委員意見	辦理情形
一、李委員振誥		
1	人工湖請定位為補注地下水或貯水功能以利規劃，且目前位址為高透水地層，如何控制漏水。	(1)依水源課提供之資料，人工湖初步規劃係以蓄存水源，水資源調配為主，挖深約為 8~12 公尺(如圖 1-2)。對照圖 4-46 沖積層等厚度圖，人工湖區底面幾為岩盤面，滲漏量相較礫石層而言較小。然因岩層多屬砂頁岩互層，為避免湖水在局部較厚砂岩層內滲漏，建議湖區仍需考量封底。 (2)建議除於人工湖區底面與開挖邊坡面鋪設不透水性材料外，亦可於人工湖側邊建置阻水牆，減低湖區漏水量。
2	請注意水利署之地下水位與人工湖淺層地下水位之差異性。	逕予修正。水利署於本計畫範圍附近之僑光及萬豐水位觀測屬於深層地下水位，本次計畫為淺層地下水位，然依期中簡報會議主席裁示氣象與水文等相關資料已另案辦理蒐集整理，本報告不宜納入說明。
3	請對人工湖附近地層透水性與入滲率進行評估，特別隘寮斷層之透水性。	本報告已針對隘寮斷層之影響進行定性說明(p.4-91)，定量評估部份已於結論與建議(p.結-1 至結-3)中列出下一階段建議進行工作。
4	請利用地球物理震測資料繪三維地層物理模型圖。	詳見期末報告初稿圖 4-17(p.4-30)。
5	請收集附近之降雨量及河川流量資料。	本計畫期中報告已蒐集計畫區附近降雨量與河川流量資料，然依期中簡報會議主席裁示氣象與水文等相關資料已另案辦理蒐集整理，本報告不宜納入說明。
6	孔內透水試驗透水度，請轉成透水係數。	已修正，詳見期末報告初稿表 4-5(p.4-10)。
7	地電阻資料來判釋地下水位方式，請再加確定。	若地下水位面以下的土層為飽和狀態，相較於水位面以上的土層，兩者之間電阻率變化甚大，可藉由此變化特徵研判地下水位面。本計畫區表層為礫石層，非飽和土

項次	委員意見	辦理情形
		層的毛細現象影響不大,為含水層厚度較薄，影響成果研判。
二、蘇委員苗彬		
1	本區有隘寮斷層經過，會對地下水有所影響，對將來的人工湖亦會有地質材料變異的考量，應針對此加強深入檢討。	本報告已針對隘寮斷層之影響進行定性說明(p.4-91)，定量評估部份已於結論與建議(p.結-1 至 p.結-3)中列出下一階段建議進行工作。
2	有關地下水觀測建議如果可行儘量採自記連續觀測才能看出降雨後漲水退水的情形。	本計畫已於 96 年 9 月 11 日 10:00am～96 年 9 月 20 日 17:00pm 進行降雨期間之地下水位觀測,降雨前 6 小時即開始觀測至降雨後 24 小時，地下水位受到降雨補注，水位於降雨後明顯上升，相關成果請詳閱期末報告初稿圖 5-4(p.5-10)。
3	本區域在河道邊凸岸有高低位河階，地下水之調查結果應配合地表水之觀測以評定河道補注、流入或流出的情況，並應檢討其豐水、枯水期是否有所變化。	因本計畫時程關係,水位觀測時程僅止於豐水期 8 月至 10 月之間，依水位觀測資料,計畫區受河川川流水影響且地下水受到地表水補助，然因無枯水期資料，無法觀測豐水、枯水期變化。
4	調查結果淺層均為卵礫石層，將來執行人工湖計畫，是否水會漏光無法蓄水。	依水源課提供之資料,調查區預計開挖深度為 12 公尺，調查區內礫石層厚度達 6～10 公尺，湖區基岩相對礫石層而言透水性不佳，則湖區較無漏水之虞，倘若未來開挖深度未達岩盤,可於人工湖側邊建置阻水牆，慎防湖區漏水。
5	現場開挖是否有作密度或體積的量測來評估堆積物的緊密程度。	本計畫未施作密度及體積量測來評估堆積物的緊密程度。
6	堰址區域工程地質評估，認定無邊坡穩定問題，是基於什麼考量與計算，不可隨意認定。	遜予更正。
7	地下水抽水試驗目的在於掌握現地材料透水特性，應一併畫出鑽孔地質材料的分佈，以了解現況。	詳見期末報告初稿圖 4-53 及圖 4-54(p.4-63)。
三、劉委員治中		
1	圖 4-21~圖 4-24 人工湖之地電阻率剖面圖建議標示重要標的或河川位置以便判讀,在 ELN 測線亦已顯示隘寮斷層之可能位置與深度是否會影響未來抽水試驗之佈置，請考慮。	1.已標示各測線起點至終點走向，可對照圖 4-1(p.4-4)判讀。 2.抽水試驗施作主要在礫石層，測求礫石層透水度,施作位置應不受隘寮斷層之影響。
2	請檢查已有自計水位資料，是否會有生產井影響水位之可能。	遜予更正，請詳閱期末報告初稿表 5-5(p.5-7)。
3	相關地下水位觀測請以水位表示，以利比較。	遜予更正，請詳閱期末報告初稿表 5-5(p.5-7)。

項次	委員意見	辦理情形
4	圖 4-2 及 4-3 測線位置圖請放大以利查閱。	測線位置請配合參閱圖 4-1(p.4-4)計畫區調查位置。
5	橋光國小是否為僑光國小，請檢查。	遵予更正。
6	岩盤等深圖(Fig 4-29)及地下水含水層厚度(Fig5-5)為以水位、岩盤等圖所產生，請再檢查生成資料之局部變化，並作合宜修正。	遵予更正，詳見圖 4-45、圖 4-46、圖 5-2 及圖 5-3。
四、林委員炳森		
1	P.1-3，圖 1-1 中有垃圾焚化爐與掩埋場，應探討其對地下水質之影響。	由定期水位觀測資料(豐水期)，垃圾掩埋場污水並無流入人工湖區內。分析成果請詳見期末報告初稿表 5-7(P.5-8)。
2	P.4-9 表 4.5，Lugeon 試驗結果一覽表: (1)應說明透水試驗進行之依據為何?(即岩層種類、深度.. . 等) (2)為何 DH-96-04 未作透水試驗。 (3)透水度未與 RQD 成規則性變化?	(1)詳見期末報告初稿 p.4-9 ，分別位於 DH-96-01-DH-96-02 鑽孔岩層每隔深度 5 公尺施作…..。 (2)本計畫除在堰址施作透水試驗 3 組外，另位瞭解隘寮斷層剪裂帶造成基岩透水度之影響，於 DH-96-05 及 DH-96-06 鑽孔施作共計 3 組試驗，此外，於人工湖區內選取 DH-96-03 孔施作 2 組透水試驗，瞭解不同深度岩層之透水度。合計施作 8 組透水試驗，已符合合約數量。 (3)試驗加壓時，可能造成岩層裂隙增大，未必會與 RQD 成規則性變化。
3	P.2-8 表 2-3，氣象資料採用時間為那幾年?	遵予更正。
4	P.2-23 表 2-7 (P.4-54) ，人工湖北側、砂頁岩互層、吸水率、 24hr 後有崩解現象?應探討其對本規劃案之影響。	感謝指教，堰址完成後，可能會造成右岸邊坡坡腳受到水位抬升及洩降變化反覆浸水，岩石體積的膨脹與收縮過程形成裂縫，導致抗壓強度降低，邊坡坡腳有崩落之虞。
五、廖委員志中		
1	透水試驗紀錄表顯示部分試驗可能存在水力破裂現象，應加以檢討其對滲透係數的影響。	壓力流量曲線呈現凸向壓力軸之趨勢，推測岩層的裂隙受到試驗壓力作用下產生變化，滲透性隨著壓力增大而增加。
2	照片位置以座標標示清楚。	遵予更正，詳見照片 3-1 至照片 3-4 及照片 4-5。
3	人工湖地物與鑽孔資料，以本工程階段應已足夠，報告亦已完成岩盤深度圖及沖積層等厚度圖，但亦應以剖面(成柵狀圖)表現。	已修正，詳見圖 4-2、圖 4-54 及圖 4-55。
六、張委員耀澤		

項次	委員意見	辦理情形
1	可能斷層線之探測，推測隘寮斷層為背衝斷層， EN、ELC 測顯示電阻明顯不同，推理確認斷層通過的可能，惟難以確認近地表之位置，如何予佐證斷層通過，建請加予探查說明。	從ELN-W測線中可見地表隆起處的地電阻率值略有改變，該處深層 40 公尺亦有明顯側向變化，另從 ELN-E、ELC 測線中亦在深度 40 公尺有電阻濾變化顯著之處，唯近地表無明顯變化。推測斷層錯動未造成礫石層電學性質有明顯變化，因此難以研判淺層斷層通過處，只可依據深層的特徵推估淺層位置。詳見期末報告初稿 p.4-41 至 p.4-42
2	長度單位請予統一，如 P.4-22、P.4-54 文中有〝公尺〞或〝米〞表示。	逕予更正。
七、費委員立沅		
1	參考文獻未列出中興工程(1999)報告之內容，請補充。此一報告出版時間與 921 地震發生的年份相同，所繪隘寮斷層的位置，指出是參考中油的鑽井資料，但是否有參考當年車籠埔斷層地表破裂的調查分析成果，又其與國道新建工程局(2001)之成果是否相同，都請一併說明。	1. 因國道六號為國道新建工程局委託中興工程執行，已將文獻中興工程(1999)修正為國道新建工程局(1999)。 2. 國道新建工程局(2001)細部設計階段評估報告中，有參考中央地質調查所車籠埔斷層地表破裂線分析成果。
2	隘寮斷層在本計畫中應屬較需重視的地質構造，目前報告中蒐集了相當多的前人分析結果。建議應釐清: (1)921 地震有否造成隘寮斷層的地表破裂? (2)隘寮斷層接近地表時只是呈現撓曲崖的特徵還是存在地表破裂? (3)921 地震是否有造成隘寮斷層相當位置部分地形的再抬高? (4)隘寮斷層與車籠埔斷層的關係是否合成一組的逆斷層與背衝斷層的組合? (5)可否以中興公司與地調所兩條可能斷層線的東西界線為 「疑似破碎帶」的範圍(請在圖 3-2 補繪地調所斷層線的位置)?	(1)經草屯鎮北勢里林里長協助下，於現地確認了數處斷層抬昇位置，顯示921地震後於低位階地有地表破裂跡象。 (2)由中央地質調查所位於草屯地區(高位階地)調查成果顯示隘寮斷層呈現撓曲崖的特徵，但於本計畫區內(低位階地)則有數處發生地表破裂。 (3)位於垃圾掩埋場前即為明顯抬高位置，詳見照片 3-2。 (4)依據中央地質調查所文獻指出，隘寮斷層與車籠埔斷層位於計畫區南側草屯地區關係為一組的逆斷層與背衝斷層斷層組成之共軛斷層。由此推測，本計畫區隘寮斷層與車籠埔斷層亦屬共軛斷層。 (5)已修正，詳期末報告初稿圖 4-53。
3	依據區域地質圖的資料，判斷卓蘭層之傾角在 BE-5-1 鑽孔 附近有發生較大的變化; BE-7-1 與 BB-8-1 之間應為卓蘭層與頭嵙山層間的界面，本計畫所蒐集之鑽井資料是否有呈現出前述岩層變化與傾角變化之結果。似宜將所有蒐集之鑽井資料彙整後，沿溪岸	本計畫蒐集的國道六號鑽孔柱狀圖，並無紀錄岩層傾角，因此無法研判傾角變化。溪岸剖面圖詳見圖 4-54(p.4-82)，剖面 B-B’。

項次	委員意見	辦理情形
	畫出地質剖面，以了解調查區之地質特性變化。	
八、經濟部水利署		
1	本計畫地質調查相關工作成果相當豐富，足可作為初步規劃之利用。	謝謝指教。
2	有關隘寮斷層活動性對人工湖安全及漏水之影響，請加強討論說明。	本報告已針對隘寮斷層之影響進行定性說明(p.4-91)，定量評估部份已於結論與建議(p.結-1 至 p.結-3)中列出下一階段建議進行工作。
3	人工湖區地下水位係受烏溪河川深槽基流量或草屯台地地下水流出之影響，請補充說明，並探討攔河堰取水後本區地下水位可能之變化。	人工湖地下水位係受到河川水流與草屯台地地下水流出之影響。未來攔河堰取水，調查區內地下水位仍可能受到川流水影響。
九、水源課		
1	報告中採用之工程佈置圖為年初所採用的佈置圖，請改為新的工程佈置圖。	遵予更正，詳見期末報告初稿圖 1-1。
2	隘寮斷層中，顧問公司所觀測之破裂線是否還在活動，請建議評估對人工湖之影響。	針對隘寮斷層目前無相關監測資料，無法評估是否還在活動。車籠埔斷層活動週期200年到400年，若工程結構物壽命為100年，則在此 100 年內發生活動的機率不大。
3	本計畫中砂石具有開採效益，請顧問公司結合國道六號高速公路鑽探資料，評估砂石層厚度。	已依據本計畫鑽探及文獻鑽孔資料繪製沖積層等厚度圖(詳見期末報告初稿圖4-46(p.4-63))
4	隘寮斷層通過人工湖之深度是否影響人工湖蓄水及本斷層對工址之影響與斷層正確之定位等問題，在期末報告時宜有詳細之評估資料與建議。	本報告已針對隘寮斷層之影響進行定性說明(p.4-91)，定量評估部份已於結論與建議(p.結-1 至 p.結-3)中列出下一階段建議進行工作。
5	期中報告已完成岩盤等深度圖及地下水位面高程圖值得肯定，建議再補充由岩盤等深度圖評估砂石之數量(含粒徑)，另由地下水位面高程圖補充地下水之流向，並探討河道與人工湖地下水之補注機制。	已完成沖積層等厚度分析(圖4-46(p.4-63))評估砂石數量已完成概略分析，詳見表 4-21(p.4-75)所列，另外地下水位流向已補充，見圖 5-2(p.5-9)。
6	由簡報資料已完成人工湖試坑之開挖，對砂石應有粒徑分佈曲線之建立，以供本課評估人工湖封底採用工法之參考及砂石效益之評估，請在期末時補充。	已將材料調查中篩分析資料整理，詳見期末報告初稿圖 4-47 至圖 4-50，砂石數量評估詳見表 4-21。
7	對後續工作之建議事項，亦請詳列，以供本課明年度續辦工作之參考。	詳見期末報告初稿建議一節
十一、大地課		
1	請於期末簡報時用圖 2-1 (P.1-3)。	遵予更正。

項次	委員意見	辦理情形
2	P.1-4 沒有材料調查。	已修正，詳見期末報告初稿圖 1-3。
3	P.1-5 材料調查數量估算。	已修正，詳見期末報告初稿表 1-1。
4	工程地質評估是否可建議可以問挖深度。	因基岩強度為軟岩，可工性高，建議開挖深度可達岩層，滲漏問題可減少。
5	P.2-5 東側人工湖東西兩側高差 20 公尺將來如何安排。	詳見水源課所提供人工湖初步規劃資料，圖 1-2。
6	P.2-6 河川特性應該談河性、支流、主流中淤積情形或有特別之處，地面水是否併入雨量討論。	遵予更正。
7	圖 2-3 無太大意義。	已依期中簡報會議結論第(四)項修改。
8	P.2-7 表應該有單位。	已依期中簡報會議結論第(四)項修改。
9	P.2-7...〝徐昇代〞...，在那裡是否為摘錄文章。	已依期中簡報會議結論第(四)項修改。
10	P.2-4 表 2-3 ，表頭針對內容?	已依期中簡報會議結論第(四)項修改。
11	P.2-1，〝排於源〞...請說明。	已依期中簡報會議結論第(四)項修改。
12	P.2-28 表 2-14，換算成高程。	已修正，詳見期末報告初稿表 2-10。
13	P.4-3，3.堰... ，請修正。	已修正。
14	P.4-7 表 4-3 地下水位不同時機，沒有比較意義	遵予更正。
15	試驗方法、說明列於附錄。	已修正，詳見附錄六。
16	P.4-25 需考慮地表高差，請說明。	因 LS 測線位於高位階地上，與低位階地有落差數十公尺,因此需考慮地表高程差值。
17	P.1-3 圖 1-1 加圖例、比例尺及指北針。	已修正，詳見圖 1-1。
18	P.2-26，報告提及萬豐及橋光國小等 2 口觀測井，因位置距離計畫太遠，無法反應計畫地下水位變化情形，其資料是否有必要放在本報告中。	遵予更正。
19	P.5-13 表 5-5 及 P.5-15 表 5-6 無單位。	遵予更正。請詳閱期末報告初稿表 5-5、表 5-8
20	試坑室內試驗結果完成後，希望能列總表呈現(期末報告)。	已補充,砂石數量評估詳見期末報告初稿表 4-21。

「烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查」
審查意見及答覆表

一、開會時間：96 年 7 月 23 日(星期五)上午 09 時 30 分

二、開會地點：本所舊正辦公區大地課二樓會議室

三、主持人：廖課長培明　　紀錄：徐世定

四、與會人員建議事項：

項次	委員意見	辦理情形
一、許委員慶祥		
1	本調查應為工程佈置設計所須之資料，因此建議增列本計畫工程初步佈置圖及主要構造之縱橫斷面圖，以瞭解調查項目與工程之相關性，並瞭解調查項目及數量是否足夠。	本計畫為初步規劃階段,其工程初步佈置圖詳見 P1-3 圖 1-1。
2	地質鑽探除設計佈置參考及亦為工程數量計算之依據，人工湖右岸國道 6 號已有較多孔位，惟上游左岸（沿岸邊）無資料，是否建議增加孔位。	本案地下水觀測井、地質井已依據調查目的妥切佈置相關鑽孔,詳見第四章、第五章說明。
3	人工湖之漏水量將來很大，如何因應是否尚須其他資料，請考量。	本計畫以建立基本參數為主,建議未來另案辦理人工湖滲漏分析。
二、溫委員志超		
1	本案工作對烏溪鳥嘴潭攔河堰地質特性的了解有其必要性。	本案已針對攔河堰址進行地表地質調查、地球物理探測、地質鑽探與試驗等工作，對於堰址地質特性之掌握有莫大幫助。
2	本案地質調查方法包括地球物理調查方法、土壤力學實驗方法及現地抽水試驗等方法。其中地球物理調查方法及土壤力學實驗方法其品質控管如何落實，以取得可用之地質條件特性資料，有必要描述清楚。至於現地抽水試驗方面，建議各觀測井及抽水井的設計，應依地球物理調查及土壤力學實驗方法成果，來決定觀測井及抽水井的深度及井篩開孔位置，並據以決定抽水試驗分析的理論方法，如此才能獲得有效的水文地質資料。	1.地球物理探勘方法之施測資料品質係依調查區環境(土層狀況、地下水位、地質構造、天然雜訊等因素)而定。本計畫委託交通大學施作折射震測法及地電阻探測法，其施作有一套標準模式(SOP)。堰址佈設之 2.孔鑽探孔位並配合地物探勘獲致連續堰軸地層剖面。透過航照判釋及現地踏勘之成果,在推估隘寮斷層北段及人工湖西側湖區佈設地物測線。 3.另相關岩力試驗則委託中興工程實驗室進行。 4.本案觀測井與抽水井依據主辦工程司需求，抽水井與觀測井深度達到岩盤下 2m 即停止。本案所建立之地下水高程與深度等基本水文參數可供未來建立地下水模式之參考。

3	有關地下水觀測井（詳報告P.27~28），其施作的原則及步驟依據為何？有必要說明。此外，地下水位觀測規劃項C.〝至少觀測2場大雨造成之地下水位變化（至少為開始降雨、降雨期間、降雨停止等3觀測點）〞其降雨造成的地下水位變化的觀測，在地表降雨為降雨開始到降雨停止此為正確做法，但是，地下水位觀測，則建議應為降雨開始前約4至6小時開始觀測，迄降雨停止後至少24小時以上。	1.地下水觀測井佈設原則係依據現場地形勘查，推測地下水流大致由東南流向西北，首先分別在堰址附近、人工湖下游處、垃圾焚化爐、國道聯絡道6號附近等重要位置埋設地下水觀測井，再依照水流方向上游控制下游的方式，進行其他地下水位觀測井埋設。詳細說明請詳閱第五章 2.本計畫水位觀測分為(1)定期觀測(2)降雨期間水位觀測，其中降雨期間水位觀測方式係以降雨前六小時即進行水位觀測，每隔半小時記錄水位一次，觀測時間直到降雨結束後24小時，相關結果請詳閱報告P5-15表5-6與P5-16圖5-6。
4	抽水井與觀測井方面（報告P.28~30），其中第28頁提到〝假設…條件下，距離抽水井100公尺處之觀測井其洩降大約為17cm，…〞。因詳細分析步驟未列出，所以很難了解〝17cm〞如何獲得？尤其，在地質條件不明之下，建議勿使用假設條件方式決定觀測井條件。同樣地在報告第31頁表2-9中為何觀測井深度為20公尺，而抽水井度為25公尺，請說明。	1.本計畫抽水井與觀測井佈設位置已修正，請詳閱報告P5-17說明。 2.原報告數量係依合約所列之數量，實際施作深度請詳閱報告。
5	地下水位觀測井(報告第31頁表2-8)深度為25公尺，而抽水井的觀測井（報告第31頁表2-9）深度為20公尺；但是報告第32頁圖2-18觀測井剖面圖圖深20公尺，似乎是抽水井的觀測井的剖面圖；可是報告第28頁中確提到此圖（圖2-18）為地下水水位觀測井剖面圖，明顯有不一致之處，建議釐清。	謝謝指教，觀測井、抽水井等相關剖面構造圖依現場施作情形已於報告內容中修正，請詳閱P5-8圖5-2與P5-9圖5-3。
6	為何報告中圖2-18及2-19的觀測井及抽水井井篩開孔，均為6.6公尺？請說明。	現場地下水含水層屬於非侷限含水層，井篩位置考量在豐水期(高地下水位情況)，鑽孔至當時地下水位面下5米處。在枯水期，(低地下水位情況)，鑽孔至當時地下水位面下1米處。故本計畫井篩管採用6公尺，井篩上方需放置深度0.6公尺石英砂，故井篩開孔為6.6公尺。

7	簡報資料第 19 頁的水位深度圖，究竟所指何物？建議說明白。	本報告已經水位深度修正為地下水含水層厚度，主要瞭解卵礫石層與含水層的透水性，相關資料已於報告內容中圖 5-5 修正。
四、廖委員培明		
1	引用水利署資料說明背景。	謝謝指導，相關內容已修正，請詳閱詳見 P1-1 計畫目的說明。
2	簡報 p.20 隘寮斷層位置是否確定。	依據本計畫之文獻收集、航照判釋地表地質探查、地球物理探測、鑽探等成果，已能初步決定隘寮斷層位置。相關說明詳見 P4-53 第肆章第六節。
3	工作數量增加仍依契約總價核算。	謝謝指教。
4	降雨量與地下水位關係之觀測必須注意降雨延時、降雨強度等因素。	謝謝指導，因水位觀測目前正持續進行中，俟期末報告再詳細說明。
五、簡委員豐銘		
1	簡報謂地下水流向係由東南往西北，對本計畫北側之垃圾掩埋場污水是否會經由地下水入滲到人工湖，未來宜有詳細評估，以便對未來人工湖邊坡設計採用適宜之對策。	目前水位觀測由 8 月 24 日至 9 月 20 日預計觀測至 10 月底止，為豐水期的水位觀測結果，依目前觀測成果，垃圾掩埋場污水並無經由地下水入滲到人工湖情形，建議後續仍持續觀察水位變化。
2	2D 與 1D 地電阻探測及佈設之目的為何？二者有何關連，請予說明。	1.2D 地電阻探測目的為探測計畫區地下水位及地層變化，1D 地電阻測線目的為探測計畫區水位觀測井鄰近區域之地下水位可能深度及覆土層厚度。 2.本計畫於堰址佈設 2D 地電阻探測，於人工湖範圍內推估之隘寮斷層位置處佈設 2D 地電阻測線，提供輔助判釋位置。並於人工湖區內佈設 1D 地電阻測線探測水位觀測井鄰近區域之地下水位可能深度及覆土層厚度。
3	本計畫礫石層厚度及地下水位深度為計畫之重點，故對鑽探及地下水位觀測孔宜對此數據有詳細之記錄與分析。	本計畫地下水觀測井佈設依據主辦工程司需求，抽水井與觀測井深度達到岩盤下 2m 即停止。相關資料說明請詳閱報告 P5-1 第五章第一節。
4	試坑探查孔之佈設進行宜注意是否礫石之料徑均大部份是大於 1 公尺之直徑或係小粒徑之礫石較多，此將牽涉地下連續壁工法之採行或變更。	敬悉。本計畫 4 處試坑現場開挖成果最大粒徑之直徑介於 15~35 公分，小粒徑礫石約分布在深度 0~1 公尺。
5	鑽探及地下水位探測孔現場施工宜注意不要毀損地上物，以免居民反彈。	遵照辦理。
6	隘寮斷層通過人工湖區之影響評估，是否會漏水或破壞之危險性，另對此	依據文獻收集、航照判釋地表地質探查、地球物理探測、鑽探已能初步決定隘寮斷

	斷層之位置是否正確或存在，均須有明確之評估。	層位置。相關說明詳見第三章。本計畫以建立基本參數為主，隘寮斷層是否會造成人工湖滲漏情形，建議未來另案辦理人工湖滲漏分析。
六、徐委員世定		
1	計畫範圍請用小比例尺示意位置。	謝謝指教。已於報告內容中修正，請詳閱 P2-4 圖 2-1。
2	簡報中台灣活斷層示意圖請清稿。	本計畫內活動斷層分佈請參閱報告 P2-18 圖 2-11
3	請廠商瞭解計畫目的，並針對預期成果作準備，如繪製人工湖地質剖面圖、地下水位等高線圖。	人工湖地質剖面圖待 1D 地電阻探測完成後相關資料將於期末報告做詳細說明，地下水位等高線圖請詳閱 P5-14 圖 5-5。
4	抽水井位置請詳加考量。	抽水井位置佈設依據主辦工程司需求，抽水井與觀測井深度達到岩盤下 2m 即停止且依現場施作可能性，抽水井佈設位置請詳閱報告 P5-1 及 P5-17 第五章說明。
5	各項調查深度請依現場施作情形酌予調整。	遵照辦理。

附錄二 地質鑽探成果
(鑽探岩心照片、鑽探柱狀圖)

附件 A 鑽探岩心照片

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-01　鑽探方法：卵礫石層−鑽堡(0m~7.65m)岩層−Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-02　鑽探方法：卵礫石層−鑽堡(0m~8.00m)岩層−Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-03　　鑽探方法：Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	01 02 03 04 05
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-04　　鑽探方法：Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	01 02 03 04 05
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-05　　鑽探方法：Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	01 02 03 04 05
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

鑽孔岩心照片

計畫名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃堰址地質及區域地下水調查　總深度： 20 公尺

鑽孔編號：DH-96-06　　鑽探方法：Wireline Coring

深度：0~20 公尺	深度
	01 02 03 04 05
	06 07 08 09 10
	11 12 13 14 15
	16 17 18 19 20

附件 B 鑽孔柱狀圖

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏塘潭攔河堰初步規劃地質鑽探			工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-01	開始日期	96年9月2日			完成日期:	96年9月3日
孔口座標:	N 2655065.436	E	223333.348	孔口高程:	134.71	斜孔方位及傾角:	90
鑽探深度:	20.0 m	地下水位深度	3.30 m	地質判釋：	曾志清	鑽探領班：王世中	

套管深度	裝設儀器	地下水位	取樣位置	岩心提取率	RQD	標準貫入 深度 自	標準貫入 深度 至	N值	深度M	柱狀剖面	回水%	140磅錘擊 0-15	140磅錘擊 15-30	140磅錘擊 30-45	主要傾角	土壤岩石分類	目視地層狀況 地質描述	N值壁化曲線 10 20 30 40 50
3.6'		▼	S-1			2	2.03	100	1			100/3cm					0~7.65卵礫石	
									2									
			S-2			4	4.02	100	3			100/2cm						
									4									
			S-3			6	6.04	100	5			100/8cm						
									6									
			S-4	100	-	7.65	7.70	100	7			100/5cm						
				100	75				8								7.65-10.9m 灰黑色頁岩及泥質粉砂岩，呈漸變關係，局部有生物鑽痕	
				100	98				9									
				100	63				10									
				99	95				11								10.90-20.0m 灰色砂岩，膠結鬆散	
				98	96				12									
				100	88				13									
				100	98				14									
				100	65				15									
				100	71				16									
				99	87				17									
				98	84				18									
				97	95				19									
									20									
									21								20m鑽探結束	
									22									
									23									
									24									
									25									

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位　　鑽孔編號:B-1　　第 1 頁共 1 頁

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探	工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-02	開始日期	96年9月2日	完成日期:	96年9月3日
孔口座標:	N 2655001.578　E 223250.681	孔口高程:	132.65	斜孔方位及傾角:	90
鑽探深度:	20.0 m　地下水位深度 3.30 m	地質判釋：	曾志清	鑽探領班：	吳明閣

套管深度	地下水位	取樣位置	岩心採取率	RQD	標準貫入深度 自	至	N值	140磅擊錘每15公分打擊數	目視地層狀況／地質描述
									0~8.00m卵礫石層
		S-1			1.55	1.58	100	100/3cm	
3.67	▼	S-2			3.55	3.57	100	100/2cm	
		S-3			5.55	5.59	100	100/4cm	
		S-4			7.55	7.56	100	100/7cm	
		S-5			8	8.04	100	100/4cm	
			100	45					8.0-17.9m 灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩。
			100	60					
			99	93					
			98	98					
			100	100					
			100	100					
			100	90					
			100	100					
			99	99					
			98	62					
			100	87					17.9-20.0m 灰色砂岩，膠結疏鬆。
			100	100					
									20m鑽探結束

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位　　鑽孔編號:B-1　　第 1 頁共 1 頁

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探			工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-03		開始日期	96年8月29日		完成日期:	96年9月1日
孔口座標:	N 2655624.811	E	221078.03	孔口高程:	117.06	斜孔方位及傾角:	90
鑽採深度:	20.0 m	地下水位深度	4.80 m	地質判釋：	曾志清	鑽採領班：吳明樹	

套管深度	裝設儀器	地下水位	取樣位置	岩心提取率	RQD	標準貫入 深度 自	標準貫入 深度 至	標準貫入 N值	深度 M	柱狀剖面	回水 %	140磅錘 落15公分打擊數 0-15	140磅錘 落15公分打擊數 15-30	140磅錘 落15公分打擊數 30-45	主類 傾角	土壤岩石 分類	日視地層狀況 地質描述	N值變化曲線 10 20 30 40 50
3.6'		▼	S-3			5.55	5.58	100	1			100/3cm					0~6.6卵礫石層	
				100	-				2									
			S-4			7	7.02	100	3									
				100	95				4									
				99	85				5									
				98	95				6									
				100	95				7			100/2cm					6.6~8.0m 灰黑色頁岩。	
				100	93				8									
				100	60				9								8.0~11.5m 灰白色泥質粉砂岩。	
				100	40				10									
				99	88				11									
				98	48				12								11.5~13.2m 灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩 底部有牡蠣(Oyster)殼。	
				100	72				13									
				100	62				14								13.2~20.0m 灰色細砂岩夾紋層至薄層 灰黑色頁岩。	
				98	18				15									
				100	55				16									
									17									
									18									
									19									
									20								20m鑽探結束	
									21									
									22									
									23									
									24									
									25									

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位　　鑽孔編號:B-1　　第 1 頁共 1 頁

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏塘潭攔河堰初步規劃地質鑽探			工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-04	開始日期	96年8月22日			完成日期:	96年8月29日
孔口座標:	N 2655731.336	E	220290.771	孔口高程:	111.55	斜孔方位及傾角:	90
鑽探深度:	20.0 m	地下水位深度	4.80 m	地質判釋：	曾志清	鑽探領班：吳明閣	

套管深度	裝設儀器	地下水位	取樣位置	岩心提取率	RQD	標準貫入 深度 自	標準貫入 深度 至	標準貫入 N值	深度 M	柱狀剖面	回水 %	140磅鑿錘 每15公分打擊數 0-15	15-30	30-45	主要 傾角	土壤 岩石 分類	目視地層狀況 地質描述	N值變化曲線 10 20 30 40 50
3.6'		▼		100	15				1								0~6.0m礫石層	
				100	46				2									
				99	0				3									
				98	22				4									
				100	11				5									
				100	0				6									
				100	61				7								6.0-7.8m 泥質粉砂岩。	
				100	48				8									
				99	12				9								7.8-16.4m 灰色細砂岩爲主,夾紋層至層狀灰黑色頁岩。	
				98	40				10									
				100	72				11									
				100	72				12									
									13									
									14									
									15									
									16									
									17								16.4-20.0m 泥質粉砂岩，生物鑽痕(bioturbation)發達。	
									18									
									19									
									20									
									21								20m鑽探結束	
									22									
									23									
									24									
									25									

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位　　鑽孔編號:B-1　　第 1 頁共 1 頁

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探	工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-05	開始日期	96年9月2日	完成日期:	96年9月3日
孔口座標:	N 2656229.251 E 220797.107	孔口高程:	113.12	斜孔方位及傾角:	90
鑽探深度:	20.0 m	地下水位深度	4.60 m	地質判釋： 曾志清	鑽探領班：吳明閣

套管深度	裝設儀器	地下水位	取樣位置	岩心提取率	RQD	標準貫入 深度 自	至	N值	140磅擊錘 每15公分打擊數 0-15	15-30	30-45
3.67			S-1			1.55	1.61	100	100/6cm		
			S-2			3.55	3.59	100	100/4cm		
		▼									
			S-3			5.55	5.58	100	100/3cm		
			S-4			7.55	7.62	100	100/7cm		
			S-5			9.55	9.58	100	100/3cm		
			S-6			9.80	9.85	100	100/5cm		
				100	84						
				100	87						
				99	73						
				98	65						
				100	100						
				100	100						
				100	58						
				100	97						
				99	87						
				98	98						

目視地層狀況 — 地質描述:

0~9.80卵石層

9.80~20.00m
灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩,局部有生物擾痕，θb=10°。

20m鑽探結束

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位 鑽孔編號:B-1 第 1 頁共 1 頁

地質鑽孔柱狀圖

計劃名稱:	烏嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探			工程地點:	草屯	鑽探方式:	旋鑽
鑽孔編號:	DH-96-06		開始日期	96年9月2日		完成日期:	96年9月3日
孔口座標:	N 2656229.171	E	220723.994	孔口高程:	112.5	斜孔方位及傾角:	90
鑽探深度:	20.0 m	地下水位深度	4.60 m	地質判釋：	曾志清	鑽探領班：吳明閣	

套管深度	裝設儀器	地下水位	取樣位置	岩心提取率	RQD	標準貫入 深度 自	至	N值	深度M	柱狀剖面	回水色/率 %	140磅錘擊錘 每15公分打擊數 0-15	15-30	30-45	主要傾角	土壤岩石分類	目視地層狀況 地質描述	N值彈化曲線 10 20 30 40 50
3.6		▼	S-1			1.55	1.60	100	1			100/5cm					0~9.60卵石層	
			S-2			3.55	3.57	100	2			100/2cm						
			S-3			5.55	5.62	100	3			100/7cm						
			S-4			7.55	7.59	100	4			100/4cm						
			S-5			9.55	9.58	100	5			100/3cm						
			S-6	100	-	9.70	9.76	100	6			100/6cm						
				100	81				7									
				99	90				8									
				98	75				9									
				100	81				10								9.6-12.45m 灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩。	
				100	91				11									
				100	80				12									
				100	100				13								12.45-13.6m 灰色泥質砂岩。	
				99	77				14									
				98	85				15		灰黑						13.6-15.3m 灰黑色頁岩含紋層粉砂岩。	
				100	80				16									
									17								15.3-17.3m 灰色泥質砂岩。	
									18									
									19								17.3-20.0m 灰黑色頁岩夾灰色泥質砂岩。	
									20									
									21								20m鑽探結束	
									22									
									23									
									24									
									25									

地下水位/▼:長期地下水位▽:完成後鑽孔水位　　鑽孔編號:B-1　　第 1 頁共 1 頁

附錄三 現場孔內透水試驗附件

附件 A 岩盤透水試驗原理、儀器及方法

(一)試驗原理

土壤之透水性主要係由於土壤內固體顆粒間孔隙之存在所形成之水流管道，而岩盤之透水性則主要為岩體內不連續面，如層理面、葉理面、劈理面以及片理面等之存在，兩者之間的透水特性具有相當之差異。一般而言，透水性之大小與孔隙率有關，孔隙愈大，透水性愈高，反之，則愈低。所以，對於大型土木水利工程如閘壩基礎、水路隧道以及岩石工程中之岩石邊坡等，若能充分瞭解岩盤透水性與岩性（如泥岩、砂岩、粉砂岩..等）、層面、深度（解壓之影響..）之關係，對於將來之工程規劃與設計甚有助益。

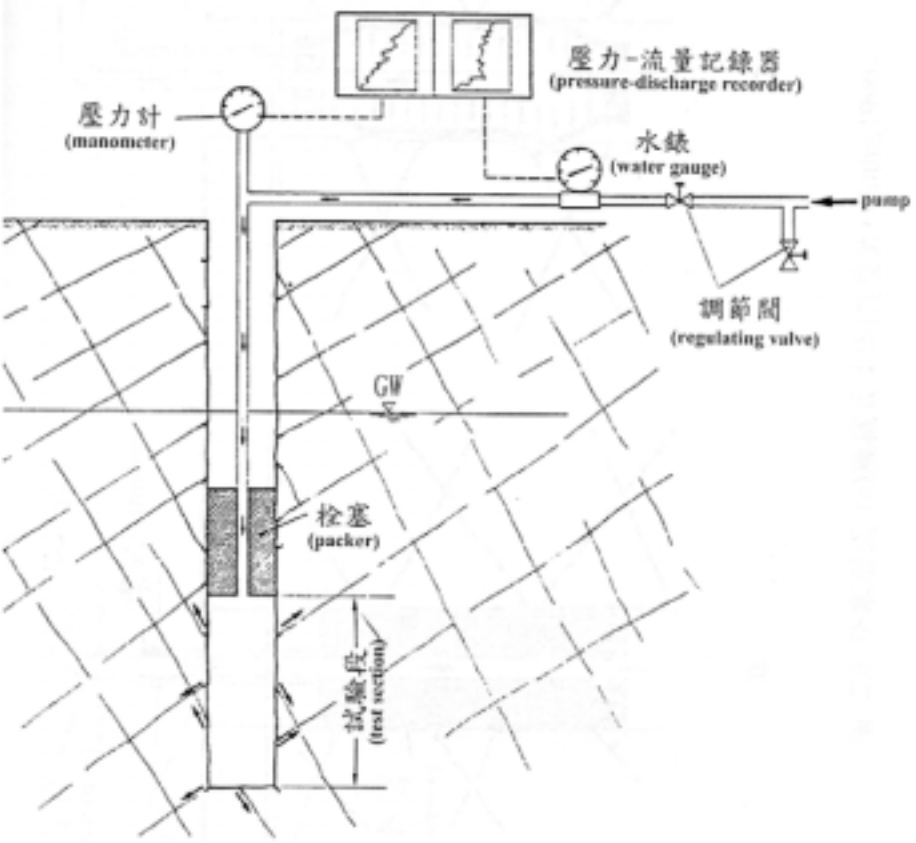
法國之 Maurice Lugeon 氏首先利用地質鑽探來進行透水係數試驗之測定(1933)。此種試驗一般均稱之為 Lugeon Test 或 Packer Test。Lugeon 氏所界定之 10 kg／cm2 壓力下進行一階段試驗所得之透水係數單位，與一般之透水係數以速度計量者不同。其透水性之評估單位係以試驗中，孔徑為 46mm～76mm 鑽孔，在 10 kg／cm2 之靜水頭壓力下，每一公尺(m)，每一分鐘(min)之吃水量為一公升(*l*)時，稱之為一個“Lugeon”。通常一個 Lugeon 單位與其他透水單位之關係如下：1 Lugeon ≒ 1×10^{-5}cm／sec

(二)試驗儀器與方法

1、試驗方式

現地透水試驗裝置如 A-1 所示。進行試驗之鑽孔孔徑為 76mm，試驗段長度可視現場實際情況調整之，一般為 5 公尺。試驗段長度之大小可利用拴塞(Packer)加以調整，本計畫為使拴塞能與孔壁完全密接，試驗時不致漏水，採以機械拴塞方式進行。本次現地透水試驗以堅硬岩層且孔壁完整之試驗段採以

單拴塞式進行，其試驗程序及方法參照水試所之岩盤透水試驗規範進行。本次試驗採用之壓力錶之量測精度為 0.2 kg/cm^2、水錶最小讀數為 0.1 公升並且可顯示累計值。介於孔口及檢塞間之注水管為尺寸一致之光滑鋼管，內徑為 19 mm。



A-1 透水試驗裝置圖

2、試驗程序

(1)透水試驗得於逐孔段鑽孔完成後採分階方式施行。於施行透水試驗期間，需將拴塞固定於該孔段試水之頂部，待透水試驗完成後始得進行下一步之工作。此項步驟須重複施行直至所需之深度。

(2)試驗前先以鑽桿或沖管，用水將孔內石粉岩屑沖除乾淨。

(3)在施作透水試驗之前先量測地下水位及壓力表距地表的高度。地下水位量測須採用導電式水位探測器，每隔 10 分鐘探測一次，連續 2 次量測結果相同，即為該孔段之地下水

位。然後將止水栓塞放入預定深度，施加壓力使其栓塞頂住孔壁並確定栓塞不會漏水。

(4)以抽水機抽水，將水注入孔中，並旋轉調壓閥調整流量。

(5)透水試驗之壓力及其漏水量等待壓力及流量穩定 15 分鐘始於記錄其五分鐘之漏水量，並且若流量有顯著地持續增加的趨勢時，將延長記讀時間。本次現地透水試驗之壓力變換以水試所之岩盤透水試驗規範進行，並配合現地試驗環境進行適當的調整。

(6)試驗完畢後，拆除栓塞及其他設備並依循上述方法進行下組透水試驗。

3、試驗資料之研判

將本次試驗資料繪成壓力與流量關係圖，利用壓力與流量關係求取對應或外插至 10 kg／cm^2 之 Lugeon 值。

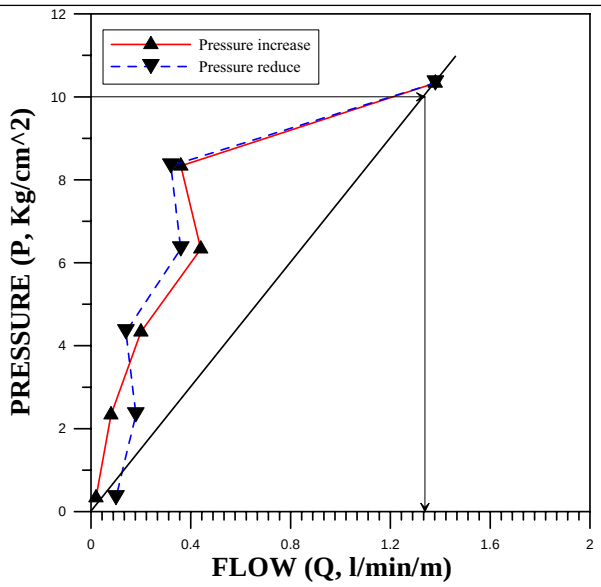
DH-96-01 孔，深度 8-9 公尺，灰黑頁岩及泥質粉砂岩平均 RQD 值為 75；深度 13-14 公尺，灰黑色砂岩，平均 RQD 值為 88。DH-96-02 孔，深度 13-14 公尺，灰黑色頁岩夾紋層粉砂岩至灰白色泥質粉砂岩，平均 RQD 值為 98。DH-96-03 孔，深度 14-15 公尺及 19-20，岩性皆為灰色細砂岩夾紋層至薄層灰黑色頁岩，平均 RQD 值分別為 88 及 55。DH-96-05 孔，深度 17-18 公尺，灰黑色頁岩夾紋層狀粉砂岩或細砂岩平均 RQD 值為 97。DH-96-06 孔，深度 10-11 公尺及 15-16 公尺，岩性皆為灰黑色頁岩夾灰黑色泥質砂岩，平均 RQD 分別為 81 及 80。此 8 組孔內透水試驗成果顯示壓力流量曲線呈現凸向壓力軸之趨勢，推測岩層加壓時造成裂隙擴張，因而滲透系數未與 RQD 值成相關性。

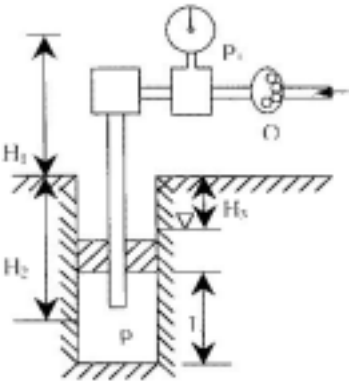
附件 B 岩盤透水試驗報表

世合工程技術顧問股份有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期:96 年 9 月 2 日
鑽孔號碼：DH-96-01	試驗深度： 自 8.0m 至 9.0m	透水度(Lugeon):1.35
H_1=0.15m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=8.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=3.20m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	





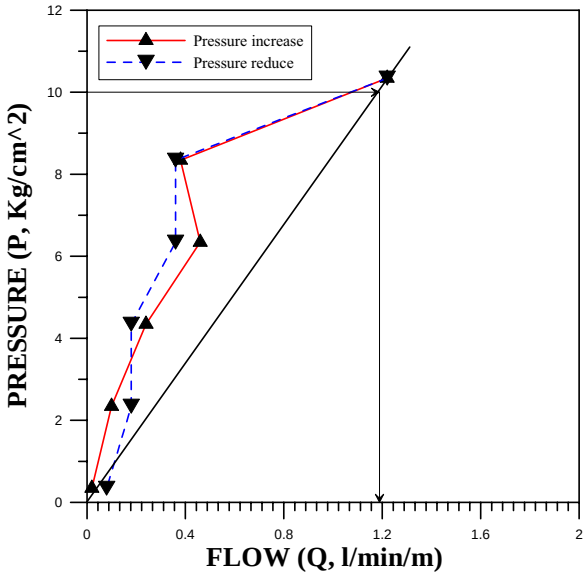
Step	P_1	P_2	P_3
	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
1	0	0.9	0.5
2	2	0.9	0.5
3	4	0.9	0.5
4	6	0.9	0.5
5	8	0.9	0.5
6	10	0.9	0.5
7	8	0.9	0.5
8	6	0.9	0.5
9	4	0.9	0.5
10	2	0.9	0.5
11	0	0.9	0.5

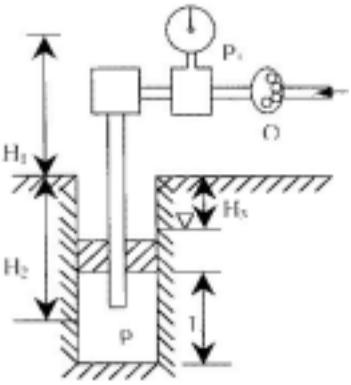
P	Q
kg/cm^2	l/min/m
0.3	0.0
2.3	0.1
4.3	0.2
6.3	0.4
8.3	0.4
10.3	1.4
8.3	0.3
6.3	0.4
4.3	0.1
2.3	0.2
0.3	0.1

世合工程技術顧問股份有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期：96 年 9 月 3 日
鑽孔號碼：DH-96-01	試驗深度： 自 13.0m 至 14.0m	透水度(Lugeon):1.2
H_1=0.15m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=13.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=3.30m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	





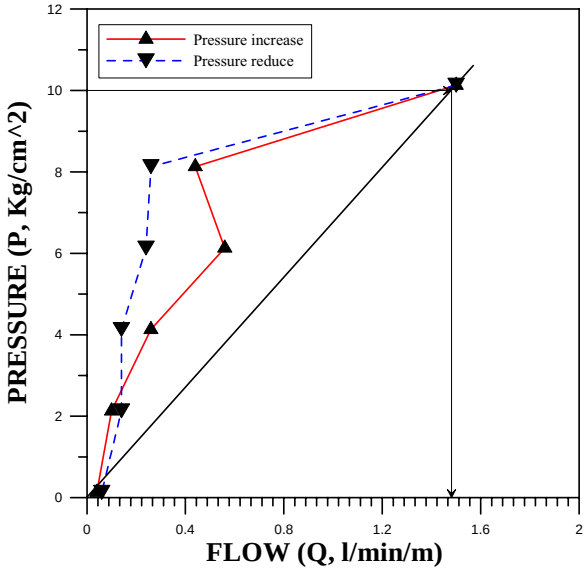
Step	P_1	P_2	P_3
	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
1	0	1.4	1.0
2	2	1.4	1.0
3	4	1.4	1.0
4	6	1.4	1.0
5	8	1.4	1.0
6	10	1.4	1.0
7	8	1.4	1.0
8	6	1.4	1.0
9	4	1.4	1.0
10	2	1.4	1.0
11	0	1.4	1.0

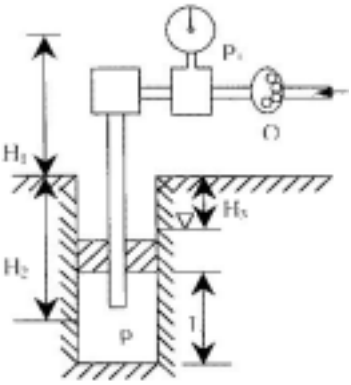
P	Q
kg/cm^2	l/min/m
0.3	0.0
2.3	0.1
4.3	0.2
6.3	0.5
8.3	0.4
10.3	1.2
8.3	0.4
6.3	0.4
4.3	0.2
2.3	0.2
0.3	0.1

世合工程技術顧問股份有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期：96 年 9 月 3 日
鑽孔號碼：DH-96-02	試驗深度： 自 11.0m 至 12.0m	透水度(Lugeon):1.45
H_1=0.10m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=11.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=1.20m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	





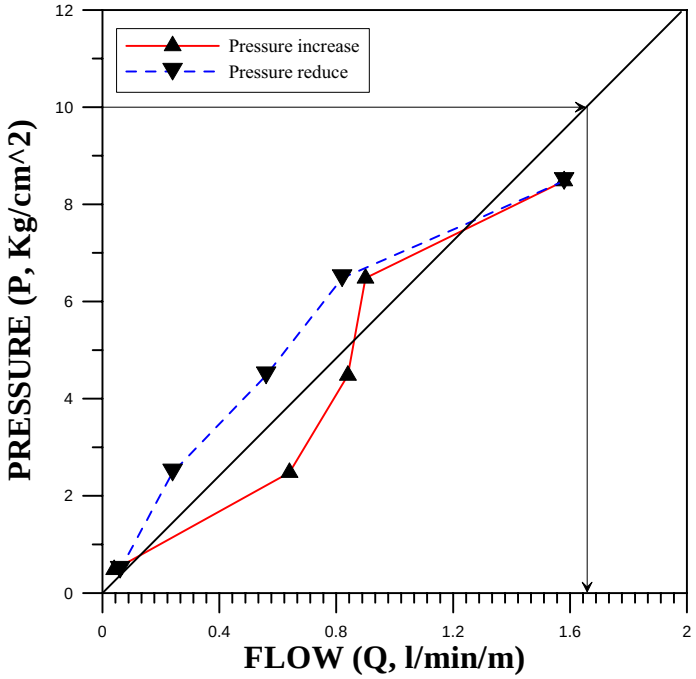
Step	P_1	P_2	P_3
	kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
1	0	1.2	1.0
2	2	1.2	1.0
3	4	1.2	1.0
4	6	1.2	1.0
5	8	1.2	1.0
6	10	1.2	1.0
7	8	1.2	1.0
8	6	1.2	1.0
9	4	1.2	1.0
10	2	1.2	1.0
11	0	1.2	1.0

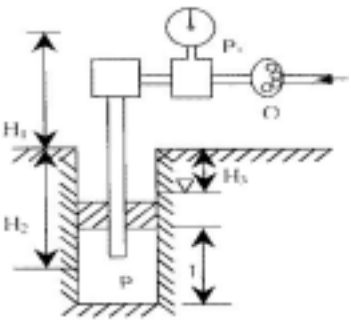
P	Q
kg/cm^2	l/min/m
0.1	0.0
2.1	0.1
4.1	0.3
6.1	0.6
8.1	0.4
10.1	1.5
8.1	0.3
6.1	0.2
4.1	0.1
2.1	0.1
0.1	0.1

世合工程技術顧問有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期:96 年 9 月 1 日
鑽孔號碼：DH-96-03	試驗深度： 自 14.0m 至 15.0m	透水度(Lugeon):1.7
H_1=0.2m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=14.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=4.60m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	



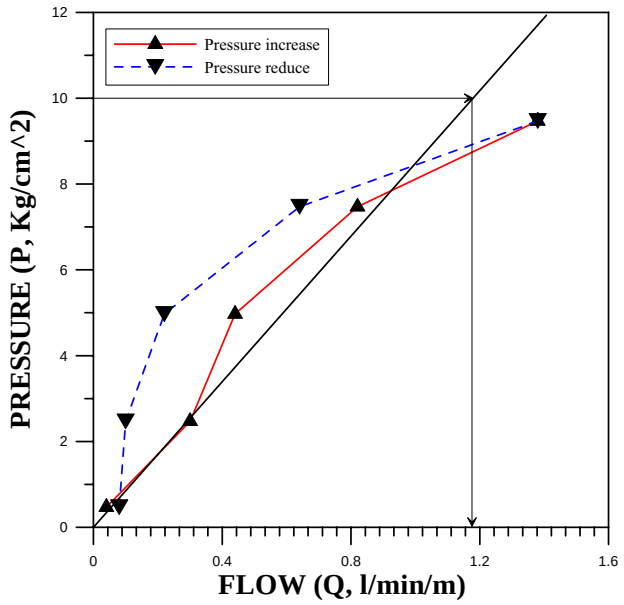


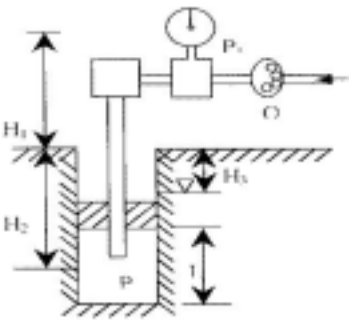
Step	P_1 kg/cm^2	P_2 kg/cm^2	P_3 kg/cm^2	P kg/cm^2	Q l/min/m
0	0	1.5	1.0	0.5	0.0
1	2	1.5	1.0	2.5	0.6
2	4	1.5	1.0	4.5	0.8
3	6	1.5	1.0	6.5	0.9
4	8	1.5	1.0	8.5	1.6
5	6	1.5	1.0	6.5	0.8
6	4	1.5	1.0	4.5	0.6
7	2	1.5	1.0	2.5	0.2
8	0	1.5	1.0	0.5	0.1

世合工程技術顧問有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期:96 年 9 月 1 日
鑽孔號碼：DH-96-03	試驗深度： 自 19.0m 至 20.0m	透水度(Lugeon):1.2
H_1=0.20m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=19.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=4.50m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	



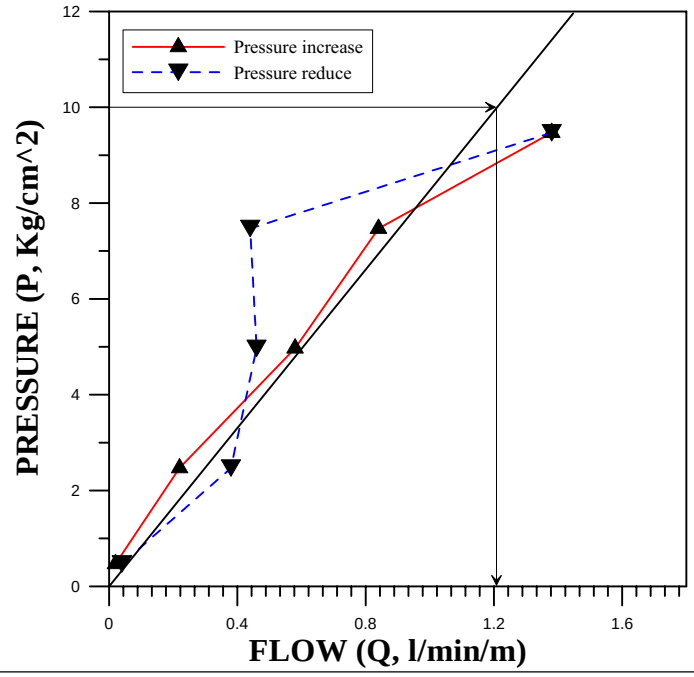


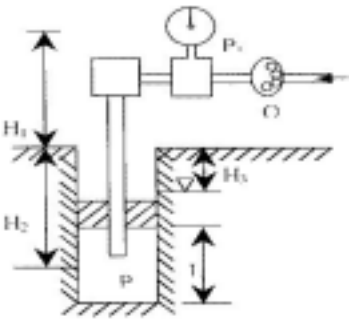
Step	P_1 kg/cm^2	P_2 kg/cm^2	P_3 kg/cm^2	P kg/cm^2	Q l/min/m
0	0	2.0	1.5	0.5	0.0
1	2	2.0	1.5	2.5	0.3
2	4.5	2.0	1.5	5.0	0.4
3	7	2.0	1.5	7.5	0.8
4	9	2.0	1.5	9.5	1.4
5	7	2.0	1.5	7.5	0.6
6	4.5	2.0	1.5	5.0	0.2
7	2	2.0	1.5	2.5	0.1
8	0	2.0	1.5	0.5	0.1

世合工程技術顧問有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期:96 年 9 月 6 日
鑽孔號碼：DH-96-05	試驗深度： 自 17.0m 至 18.0m	透水度(Lugeon):1.2
H_1=0.10m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=17.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=4.60m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	





Step	P_1 kg/cm^2	P_2 kg/cm^2	P_3 kg/cm^2
0	0	1.8	1.3
1	2	1.8	1.3
2	4.5	1.8	1.3
3	7	1.8	1.3
4	9	1.8	1.3
5	7	1.8	1.3
6	4.5	1.8	1.3
7	2	1.8	1.3
8	0	1.8	1.3

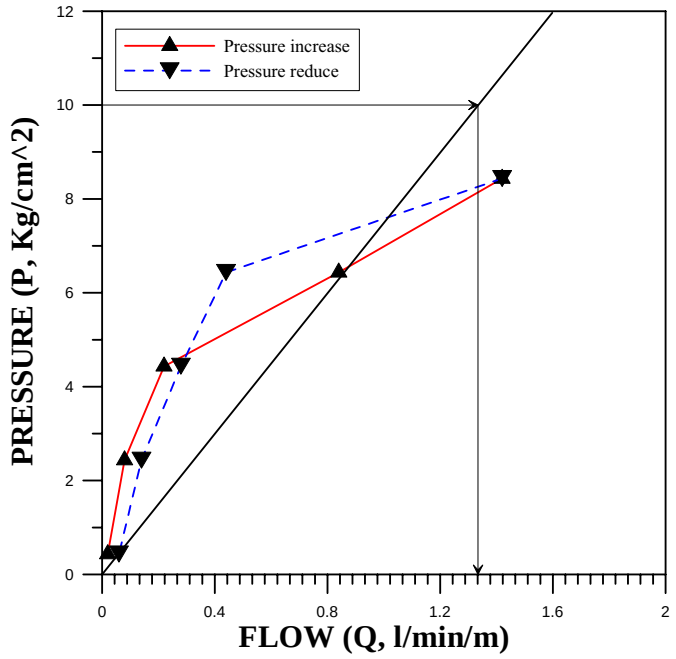
P kg/cm^2	Q l/min/m
0.5	0.0
2.5	0.2
5.0	0.6
7.5	0.8
9.5	1.4
7.5	0.4
5.0	0.5
2.5	0.4
0.5	0.0

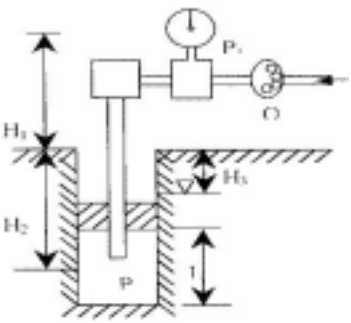
世合工程技術顧問有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期：96 年 9 月 5 日
鑽孔號碼：DH-96-06	試驗深度： 自 10.0m 至 11.0m	透水度(Lugeon):1.3

H_1=0.15m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$
H_2=10.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)
H_3=4.20m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0





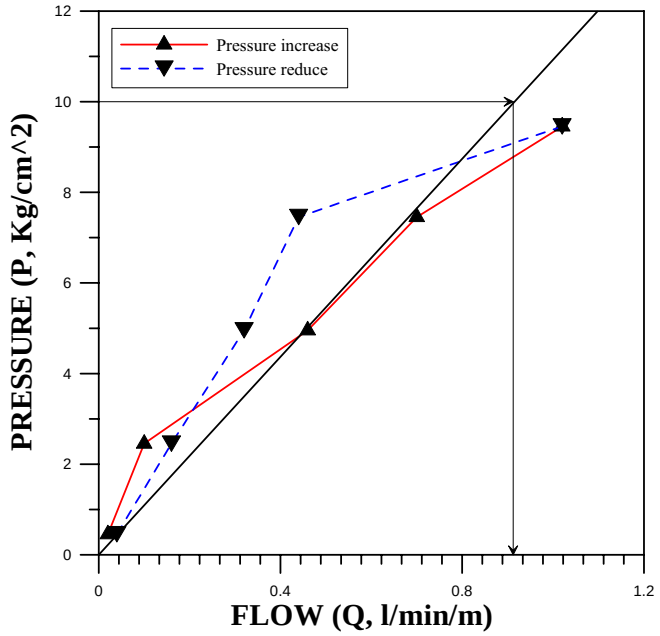
Step	P_1 kg/cm^2	P_2 kg/cm^2	P_3 kg/cm^2
0	0	1.1	0.6
1	2	1.1	0.6
2	4	1.1	0.6
3	6	1.1	0.6
4	8	1.1	0.6
5	6	1.1	0.6
6	4	1.1	0.6
7	2	1.1	0.6
8	0	1.1	0.6

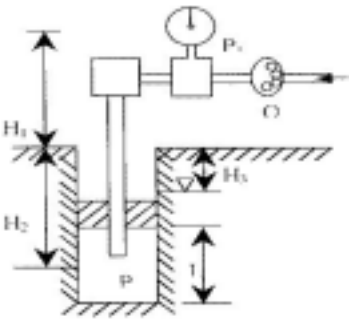
P kg/cm^2	Q l/min/m
0.4	0.0
2.4	0.1
4.4	0.2
6.4	0.8
8.4	1.4
6.4	0.4
4.4	0.3
2.4	0.1
0.4	0.1

世合工程技術顧問有限公司

透水試驗紀錄表

計畫:烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查		日期：96 年 9 月 6 日
鑽孔號碼：DH-96-06	試驗深度： 自 15.0m 至 16.0m	透水度(Lugeon):0.9
H_1=0.15m	P_1=壓力表所指示之壓力，實際壓力 $P=P_1+P_2-P_3$	
H_2=15.50m	$P_2=\frac{H_1+H_2}{10}-f\frac{LV^2}{2Dg}(FrictionLoss)$ ，Q=透水量 (l/min/m)	
H_3=4.40m	$P_3=\frac{H_2-H_3}{10}$ ，若地下水位於試驗段下方時：P_3=0	





Step	P_1 kg/cm^2	P_2 kg/cm^2	P_3 kg/cm^2
0	0	1.6	1.1
1	2	1.6	1.1
2	4.5	1.6	1.1
3	7	1.6	1.1
4	9	1.6	1.1
5	7	1.6	1.1
6	4.5	1.6	1.1
7	2	1.6	1.1
8	0	1.6	1.1

P kg/cm^2	Q l/min/m
0.5	0.0
2.5	0.1
5.0	0.5
7.5	0.7
9.5	1.0
7.5	0.4
5.0	0.3
2.5	0.2
0.5	0.0

附錄四 岩石力學試驗附件

附件 A 岩石一般物理性質試驗

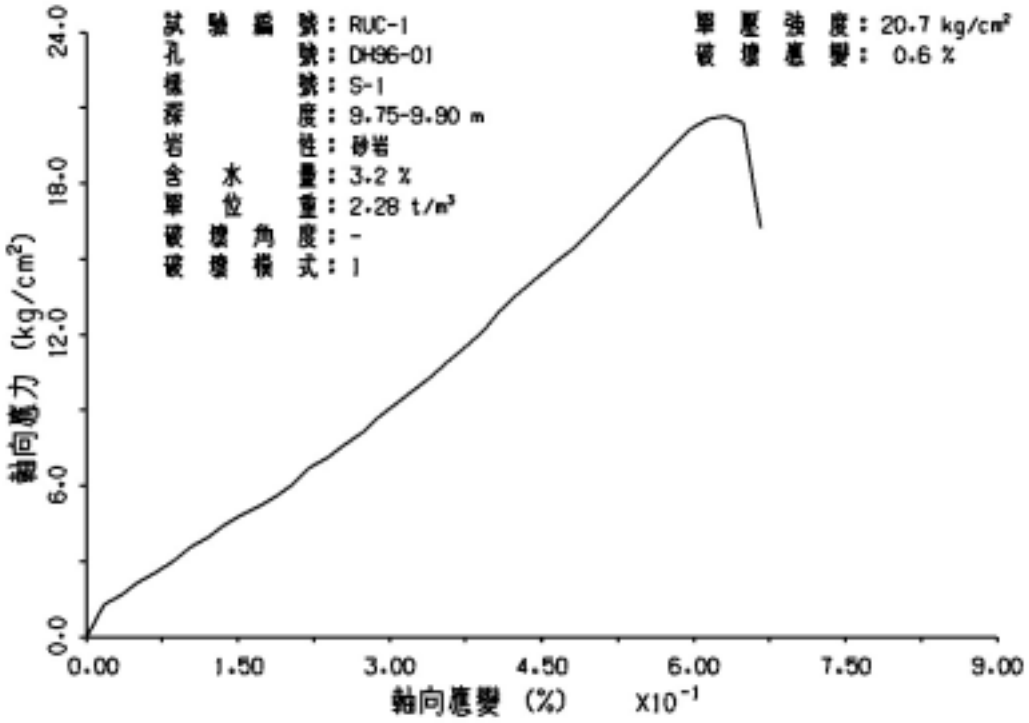
岩石一般物理性質試驗結果

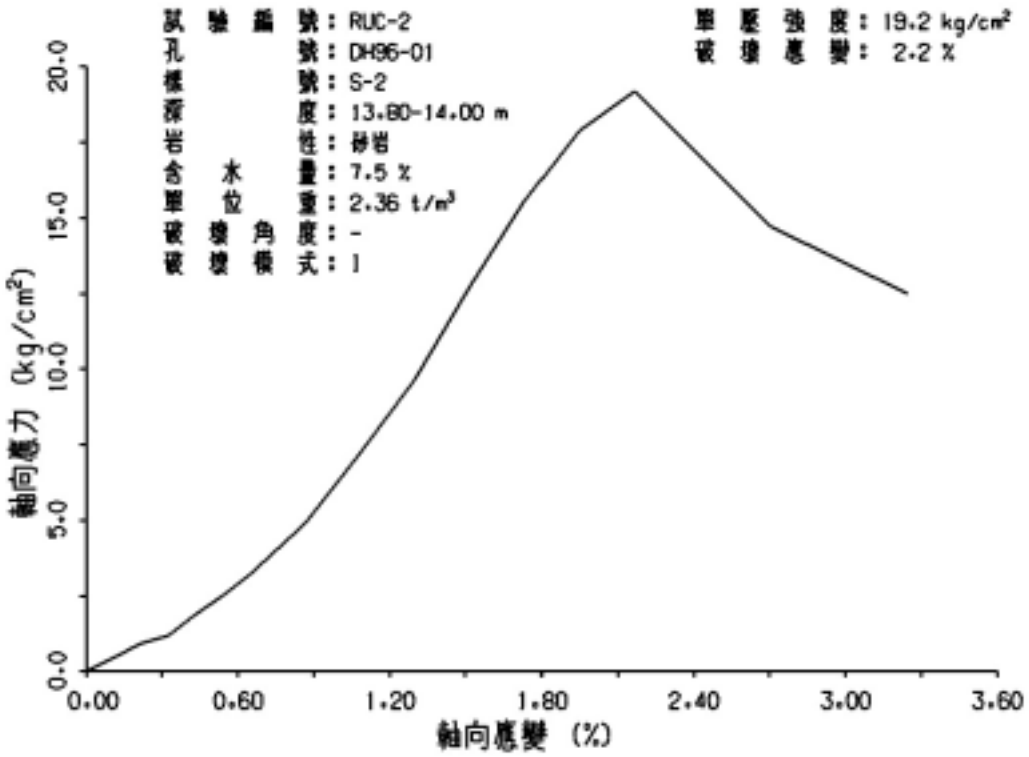
試驗編號	孔號	樣號	深度 (m)	單位重 γ_t (t/m^3)	含水量 W_n (%)	比重 G_s	孔隙比 e	吸水率 Abs (%)	岩性
RPP-1	DH96-01	S-1	9.70-9.75	2.18	3.9	2.66	0.27	6.1	砂岩
RPP-2	DH96-01	S-2	13.75-13.80	2.33	6.1	2.66	0.21	泡水後崩解	砂岩
RPP-3	DH96-01	S-3	19.00-19.05	2.08	6.8	2.67	0.37	泡水後崩解	砂岩
RPP-4	DH96-02	S-4	9.60-9.65	2.19	5.9	2.68	0.30	泡水後崩解	砂岩
RPP-5	DH96-02	S-5	16.15-16.20	2.45	4.2	2.67	0.14	泡水後崩解	砂岩
RPP-6	DH96-02	S-6	19.15-19.20	2.17	3.8	2.69	0.28	泡水後崩解	砂岩
RPP-7	DH96-03	S-7	11.10-11.15	2.40	3.8	2.69	0.17	泡水後崩解	砂岩
RPP-8	DH96-03	S-8	16.20-16.25	2.29	9.6	2.66	0.28	泡水後崩解	砂岩
RPP-9	DH96-04	S-9	6.20-6.25	2.29	4.0	2.69	0.22	5.6	砂岩
RPP-10	DH96-04	S-10	15.05-15.10	2.14	3.7	2.66	0.29	5.4	砂岩
RPP-11	DH96-05	S-11	15.75-15.80	2.45	6.0	2.69	0.16	泡水後崩解	砂岩

附件 B 岩石單軸壓縮強度

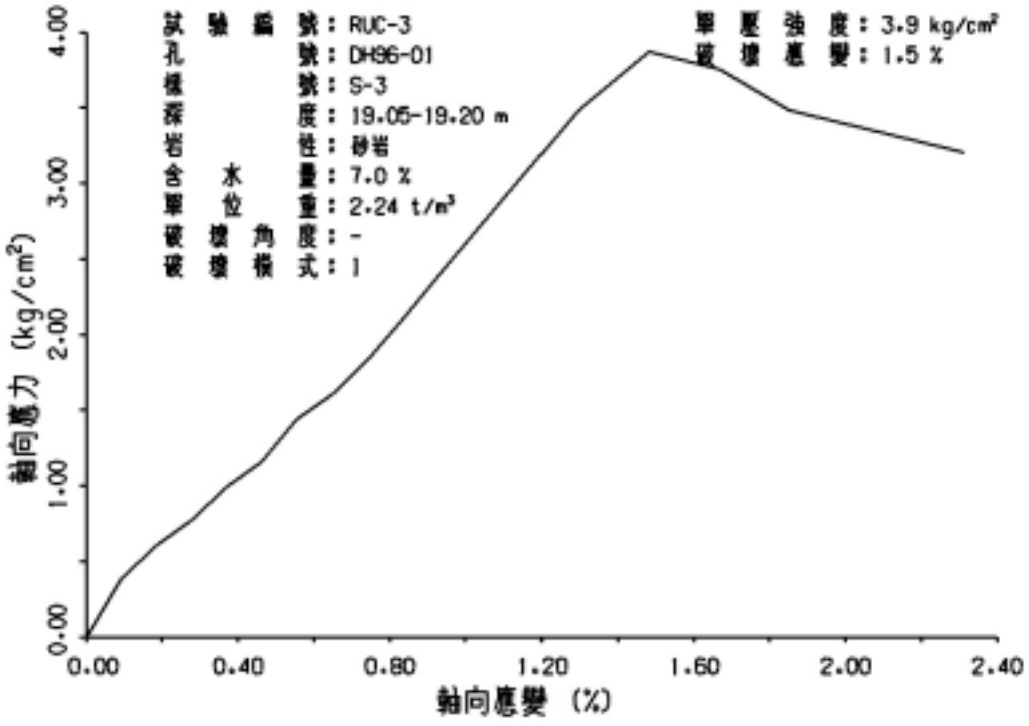
岩石單軸壓縮試驗結果

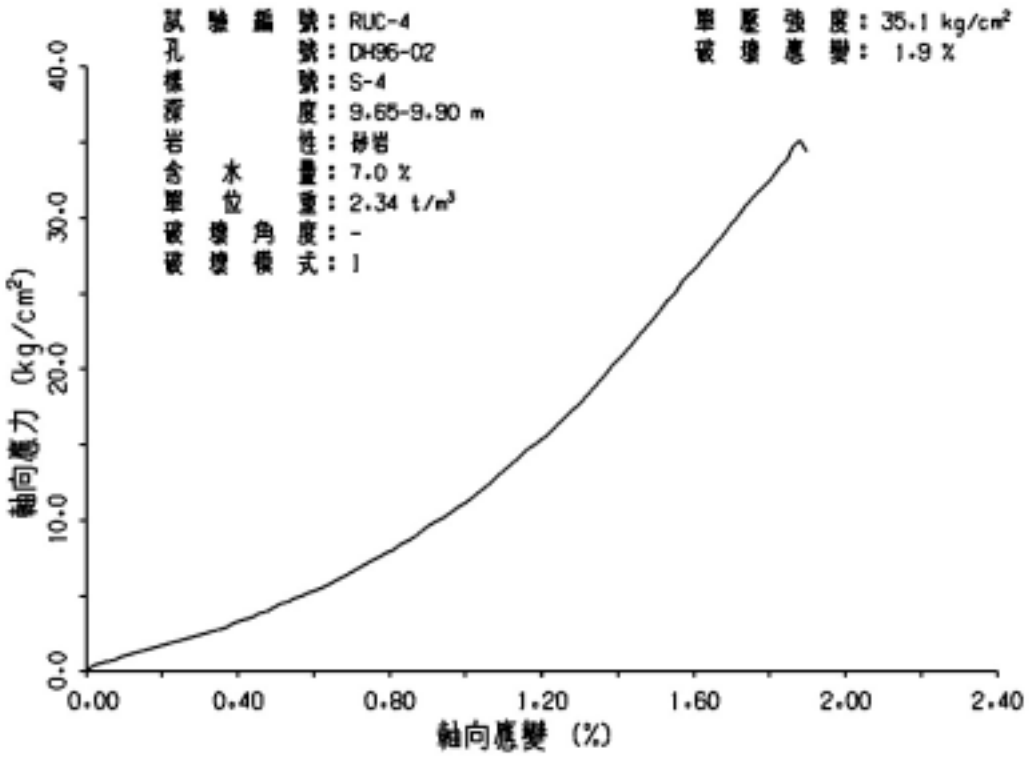
試驗編號	孔號	樣號	深度 (m)	含水量 W_n (%)	單位重 γ_t (t/m^3)	單壓強度 σ_c (kg/cm^2)	破壞應變 ε_f (%)	破壞模式	岩性
RUC-1	DH96-01	S-1	9.75-9.90	3.2	2.28	20.7	0.6	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-2	DH96-01	S-2	13.80-14.00	7.5	2.36	19.2	2.2	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-3	DH96-01	S-3	19.05-19.20	7.0	2.24	3.9	1.5	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-4	DH96-02	S-4	9.65-9.90	7.0	2.34	35.1	1.9	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-5	DH96-02	S-5	16.20-16.50	3.8	2.41	66.0	1.0	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-6	DH96-02	S-6	19.20-19.35	3.9	2.22	7.5	1.0	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-7	DH96-03	S-7	11.15-11.30	3.5	2.44	77.8	1.6	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-8	DH96-03	S-8	16.25-16.40	7.5	2.18	21.3	1.4	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-9	DH96-04	S-9	6.25-6.40	3.3	2.38	113.4	1.3	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-10	DH96-04	S-10	15.10-15.25	3.6	2.19	16.8	0.5	沿完整岩心破壞	砂岩
RUC-11	DH96-05	S-11	15.80-16.00	5.4	2.50	67.6	2.6	沿完整岩心破壞	砂岩



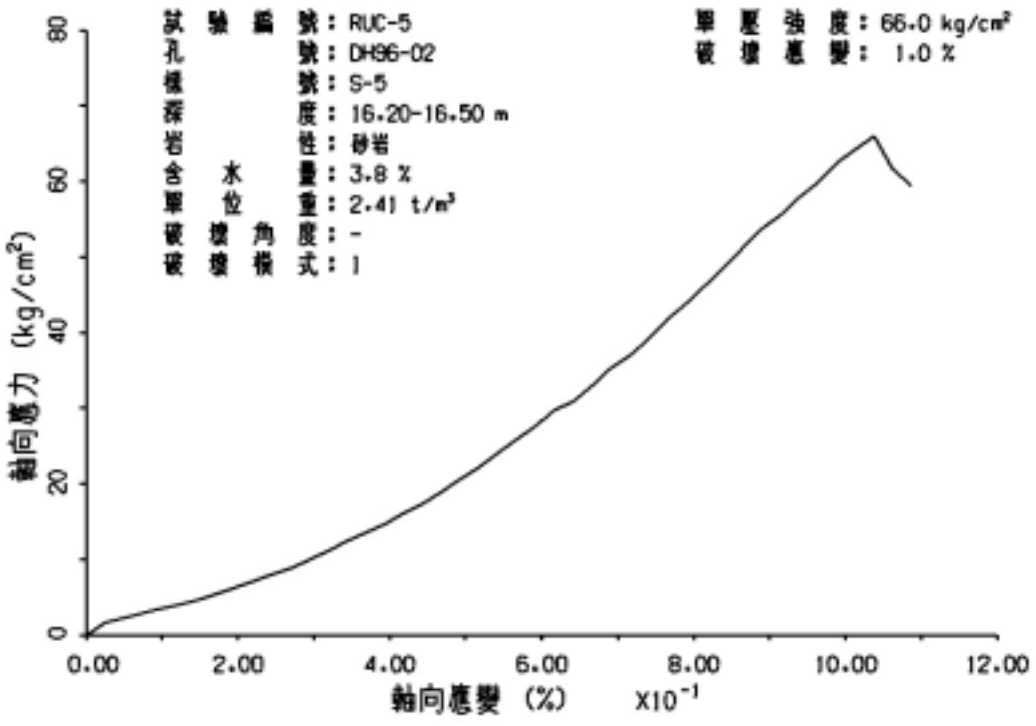


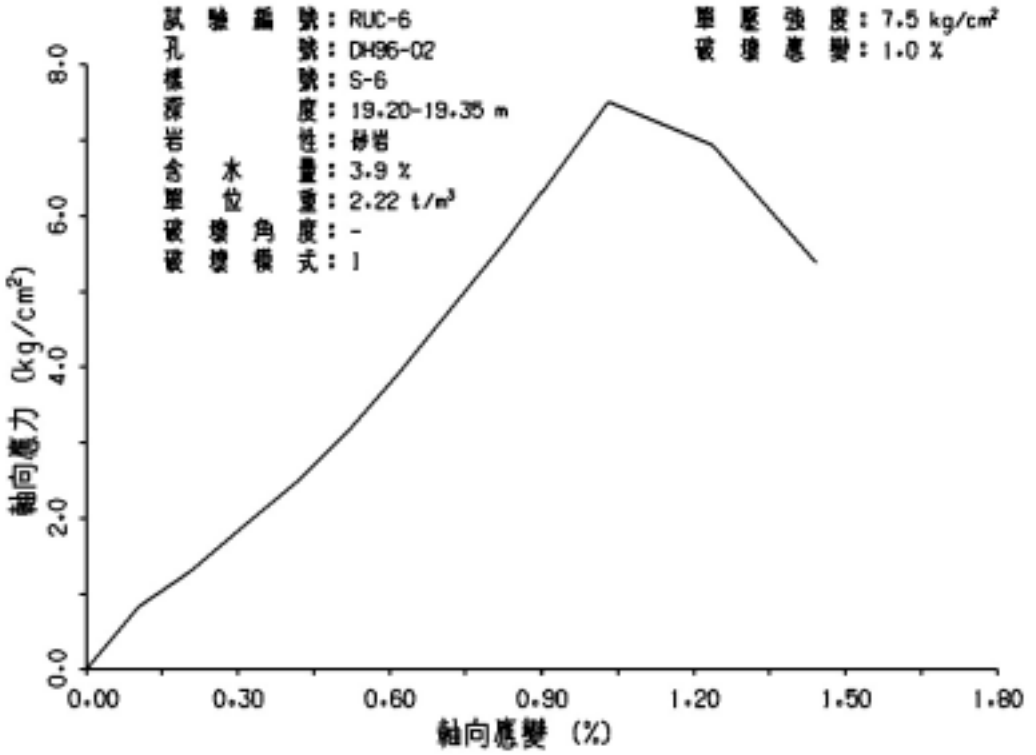
財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/20	試驗者：許震雄



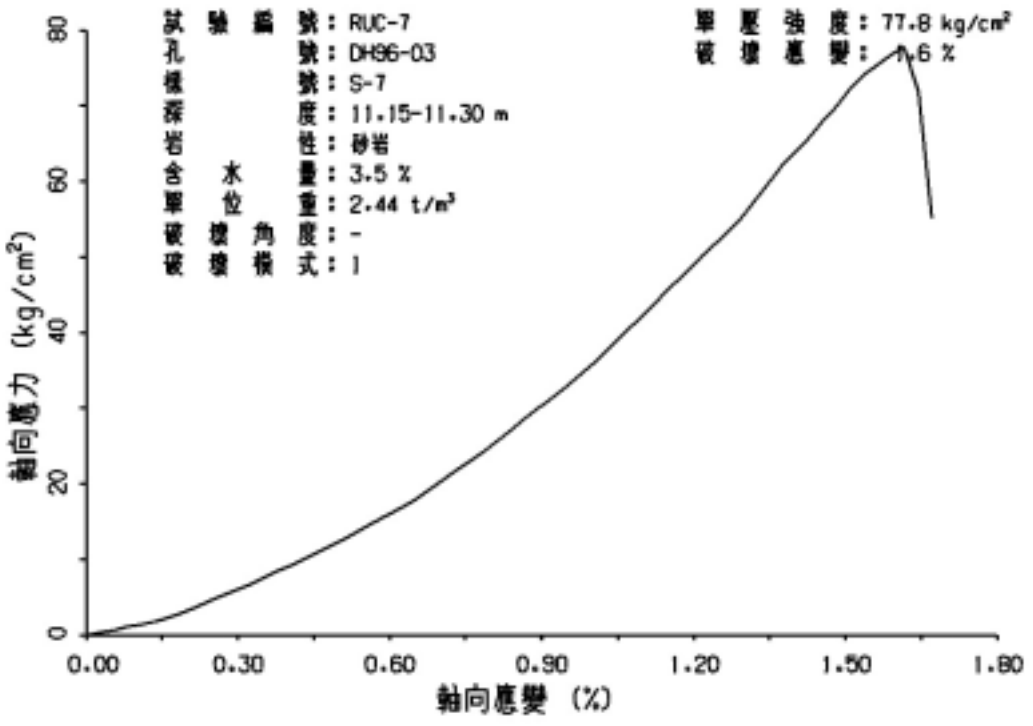


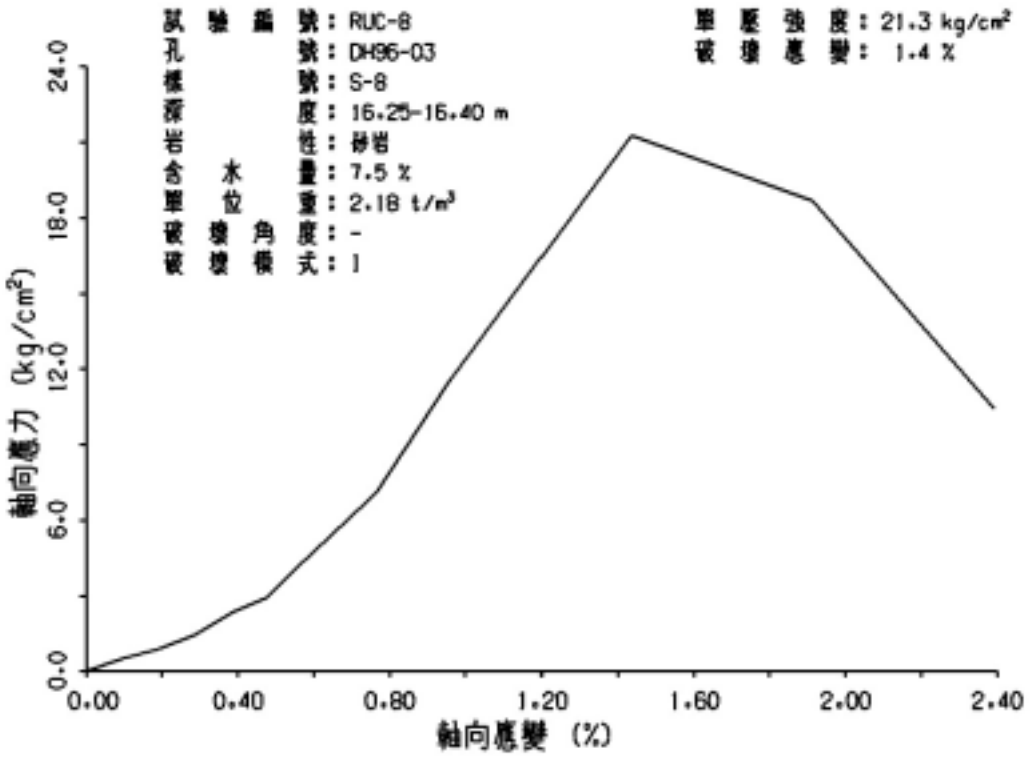
財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/19	試驗者：許震雄



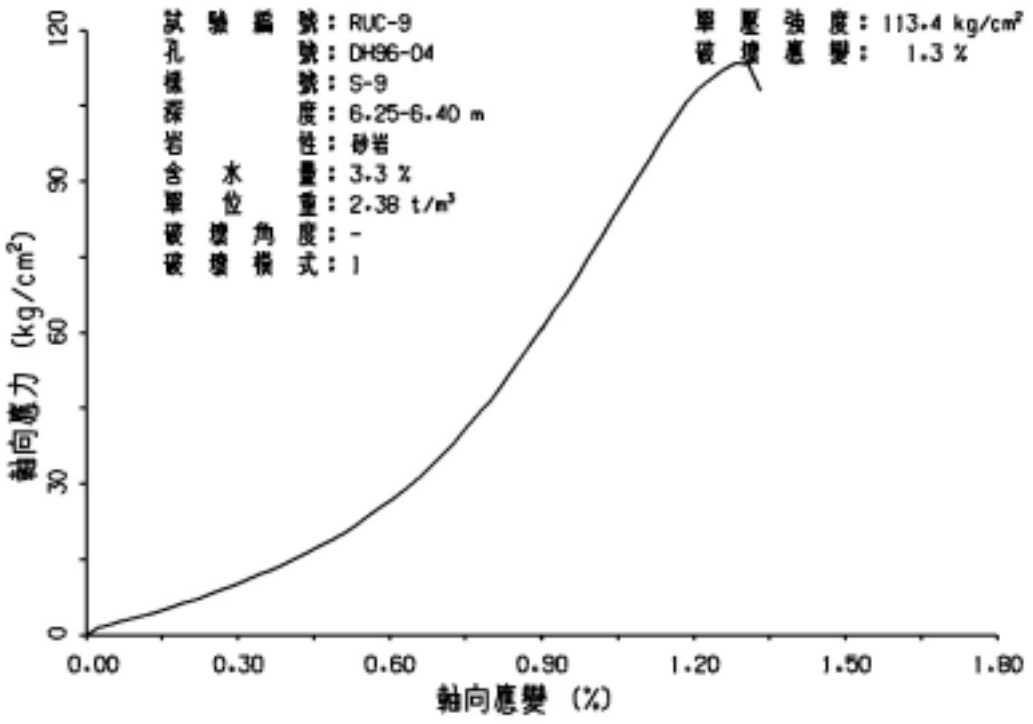


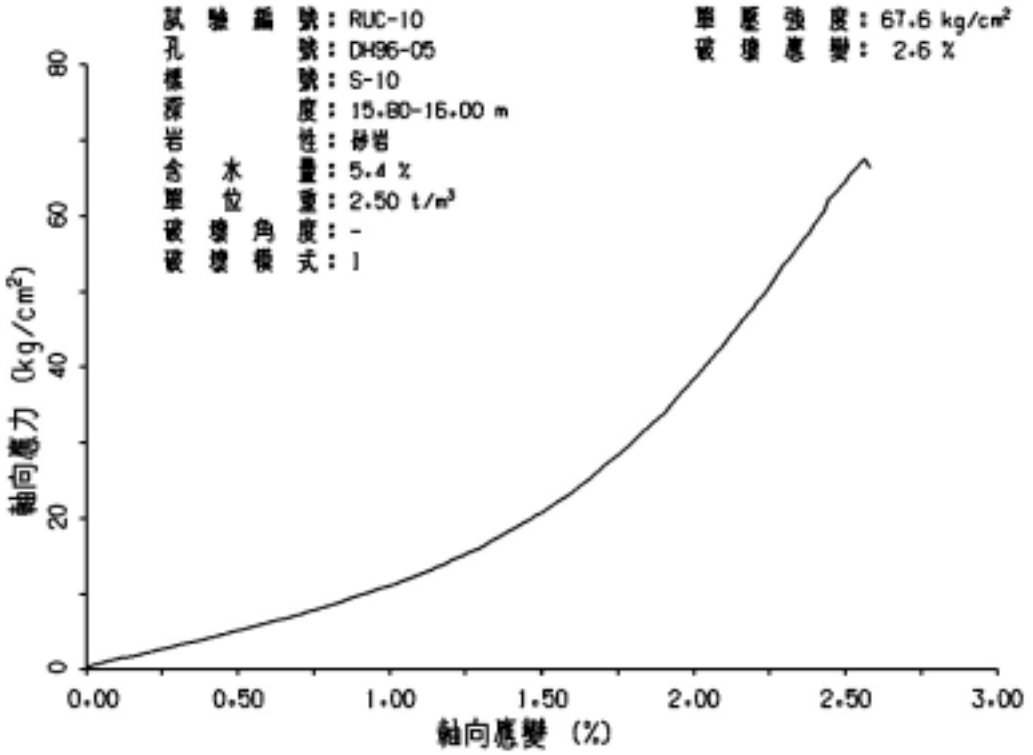
財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/20	試驗者：許震雄



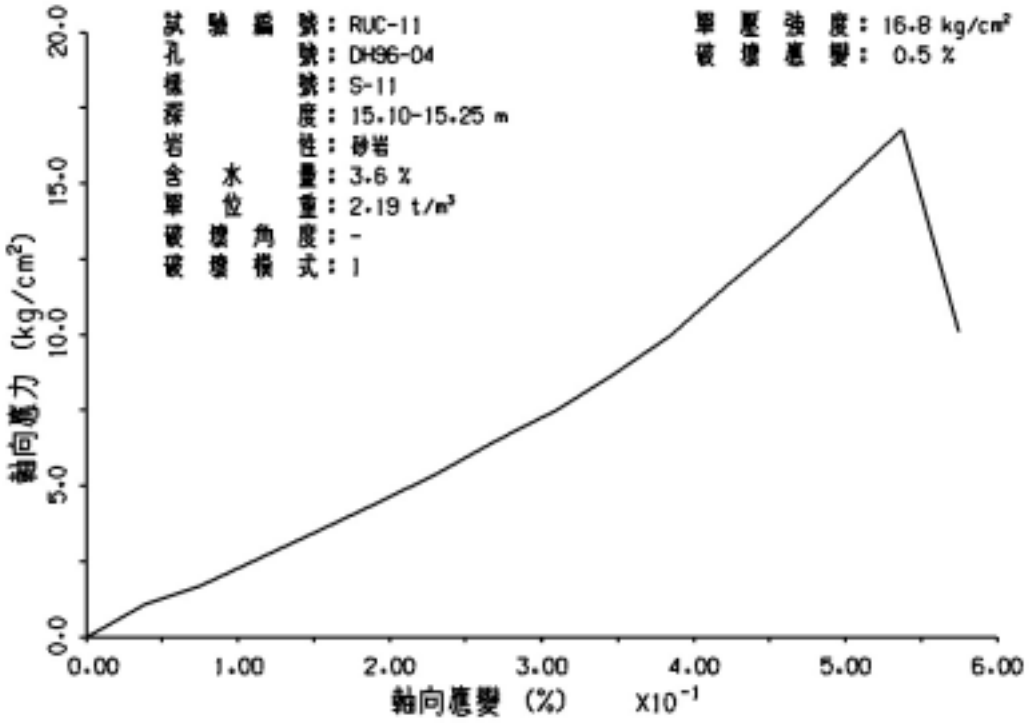


財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/20	試驗者：許震雄



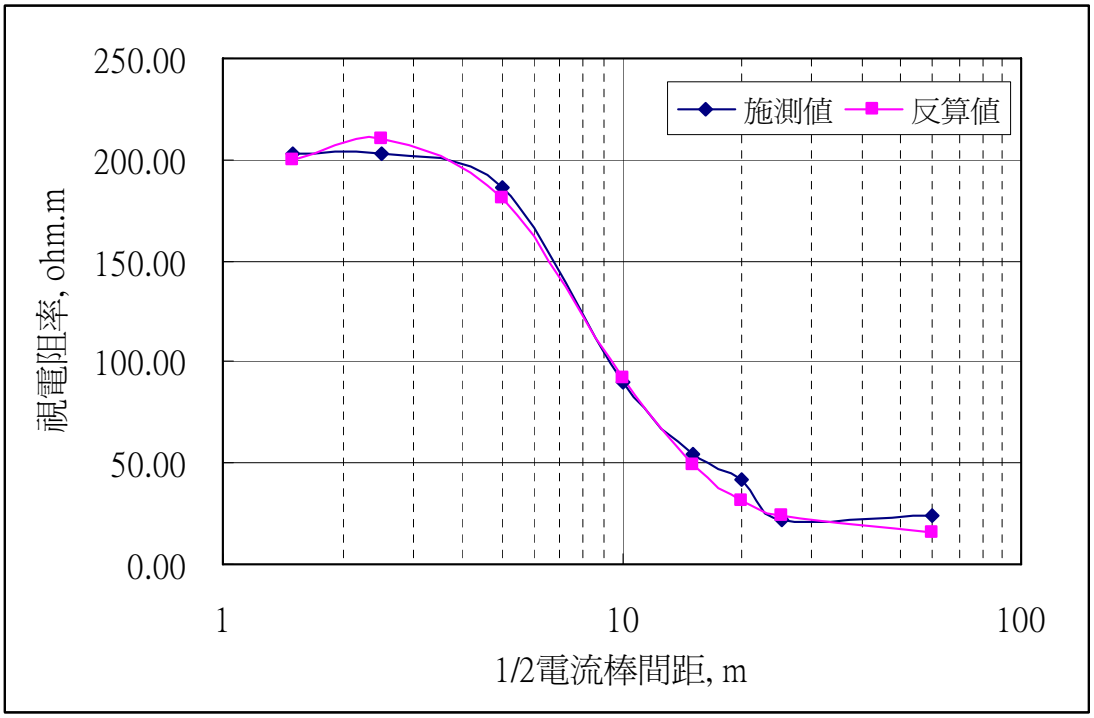


財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/20	試驗者：許震雄

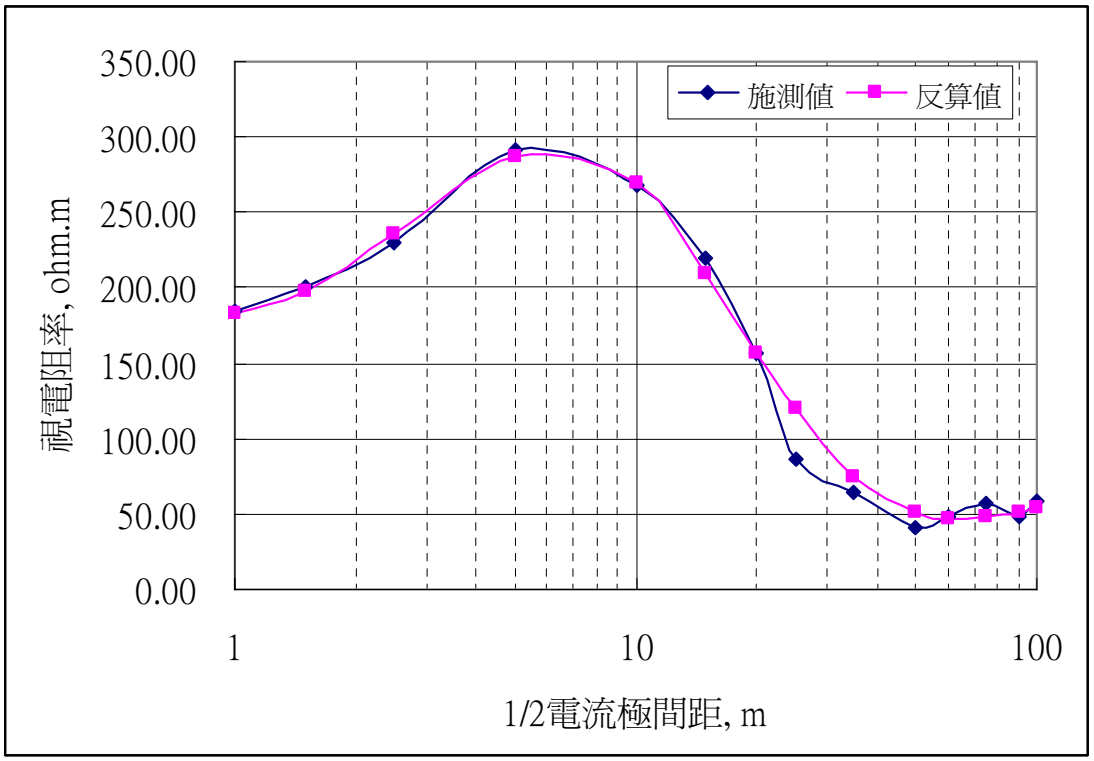


財團法人中興工程顧問社 SINOTECH ENGINEERING CONS. INC. 大地工程研究中心	岩石單壓試驗	
	日期：96/9/20	試驗者：許震雄

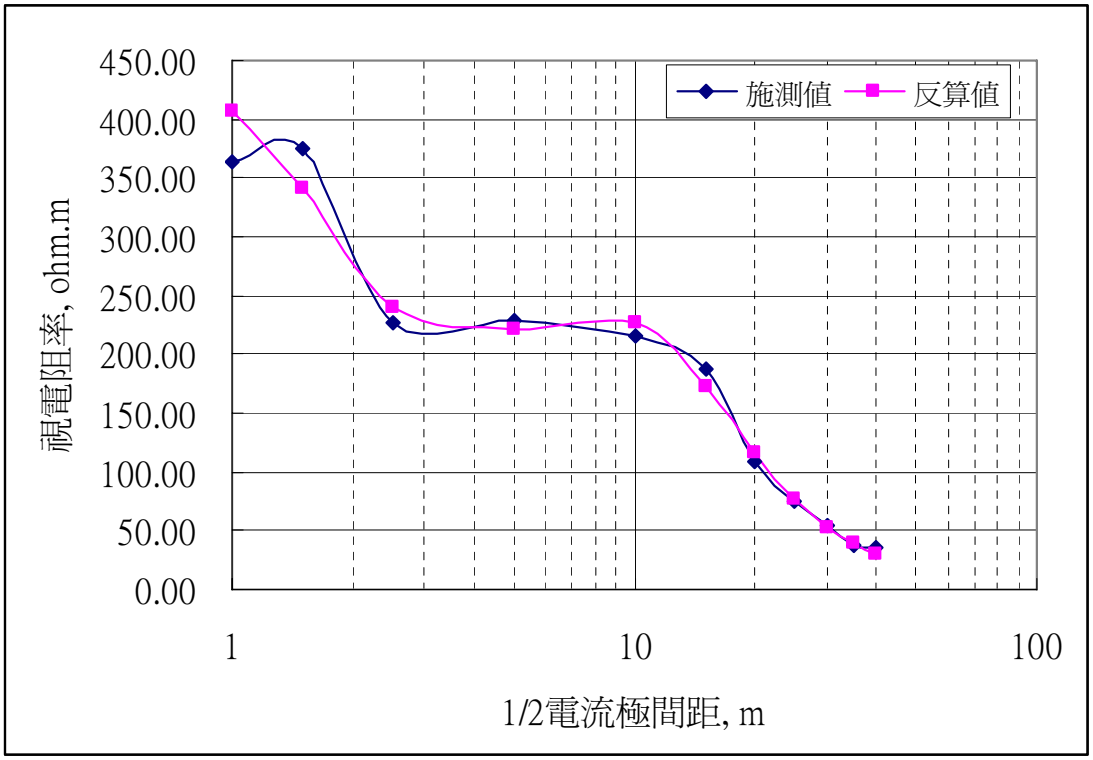
附錄五 1D 地電阻探測成果



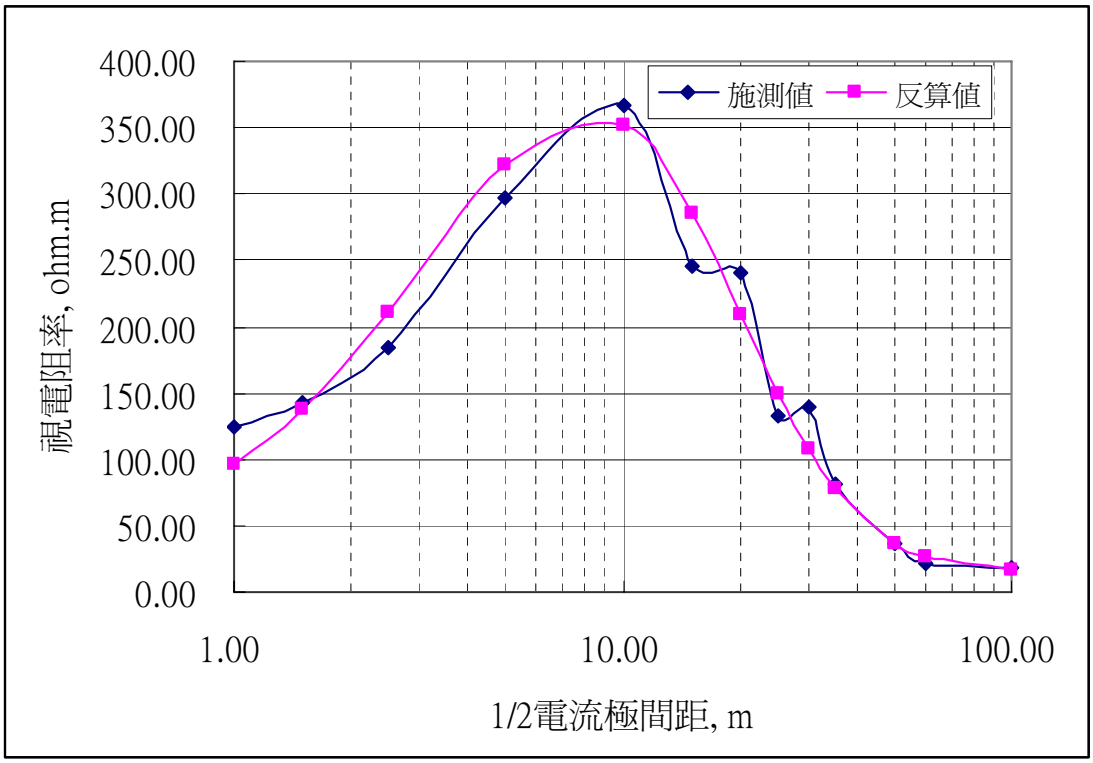
附圖 5- 1 VES-01 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



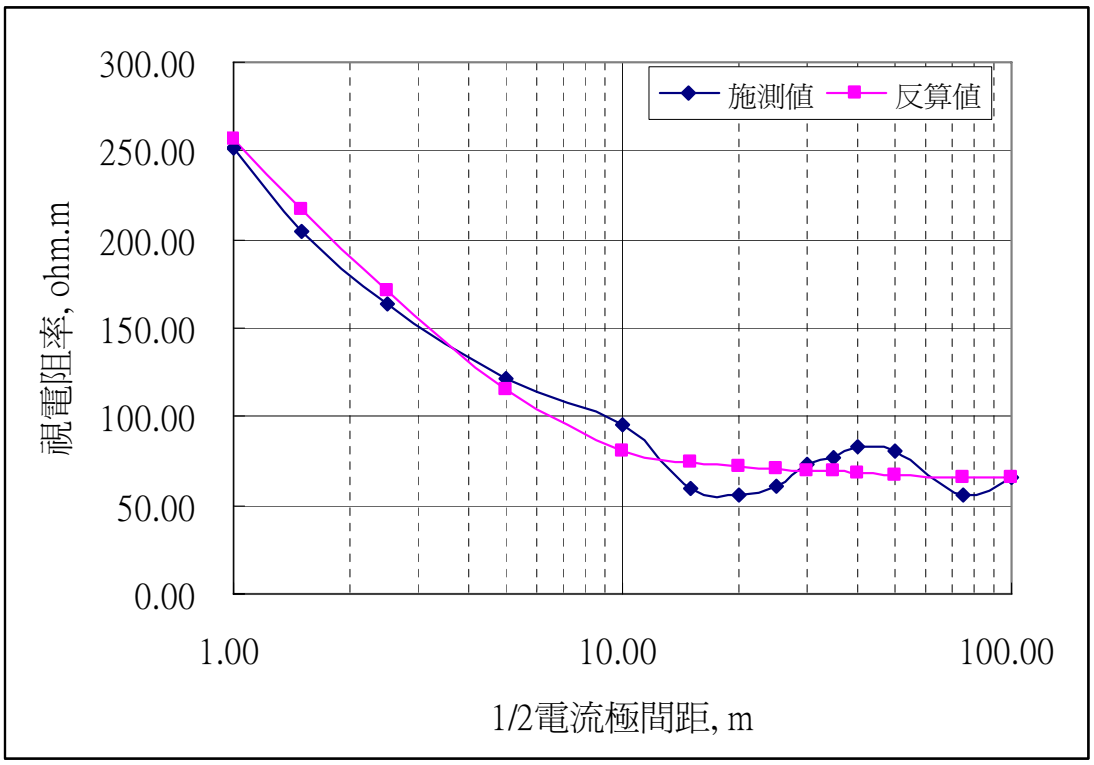
附圖 5- 2 VES-02 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



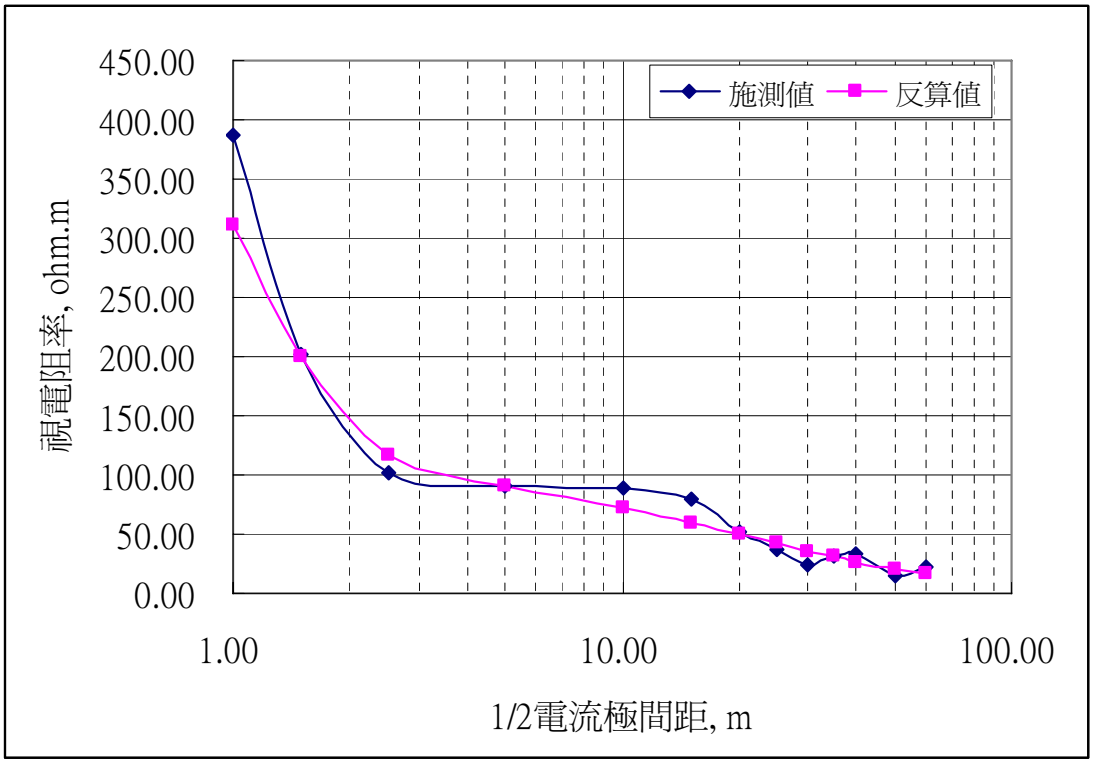
附圖 5- 3 VES-03 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



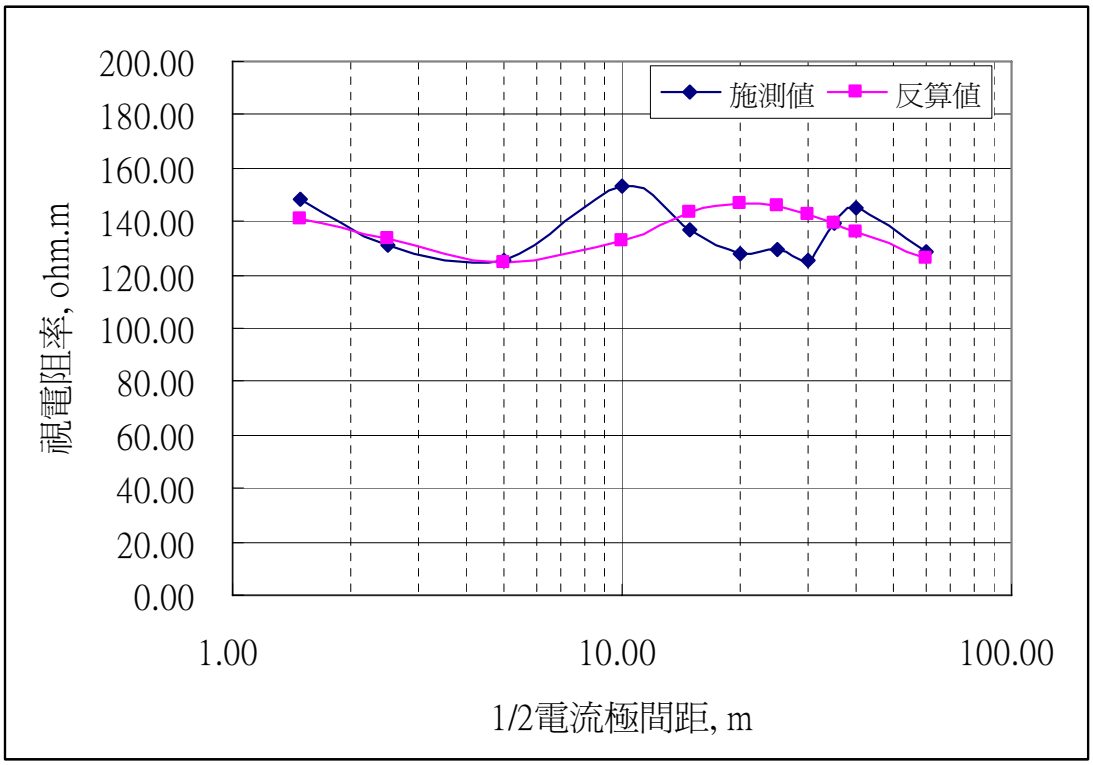
附圖 5- 4 VES-04 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



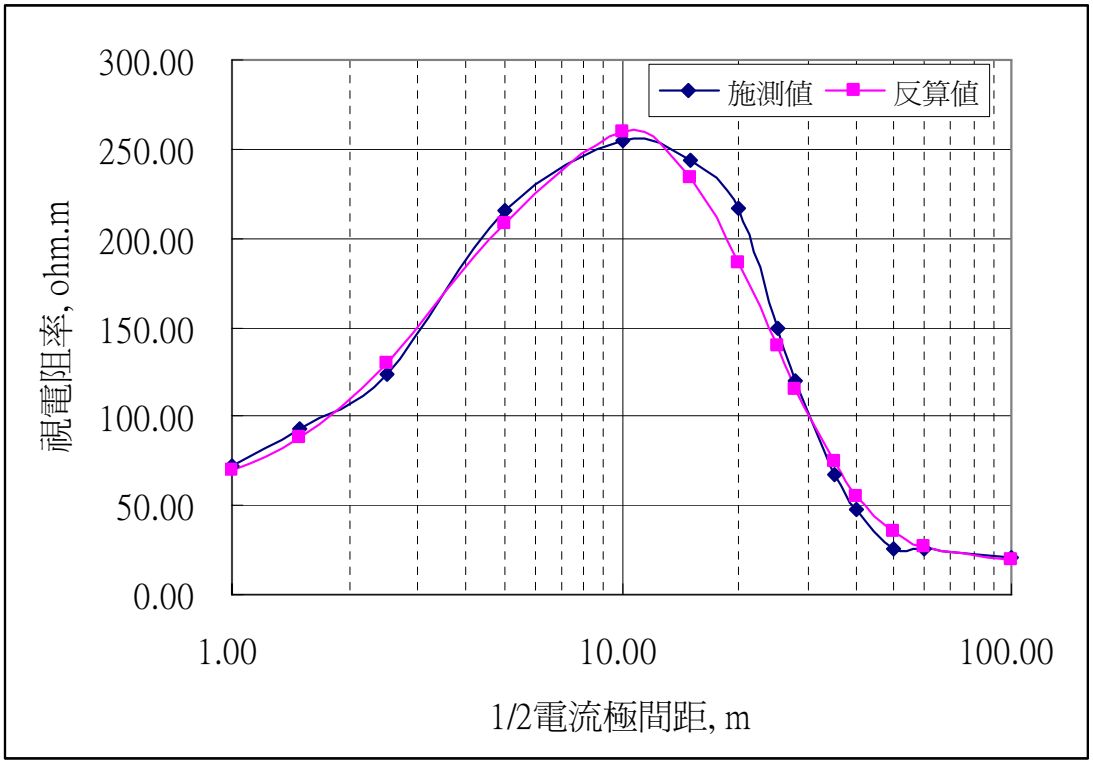
附圖 5- 5 VES-05 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



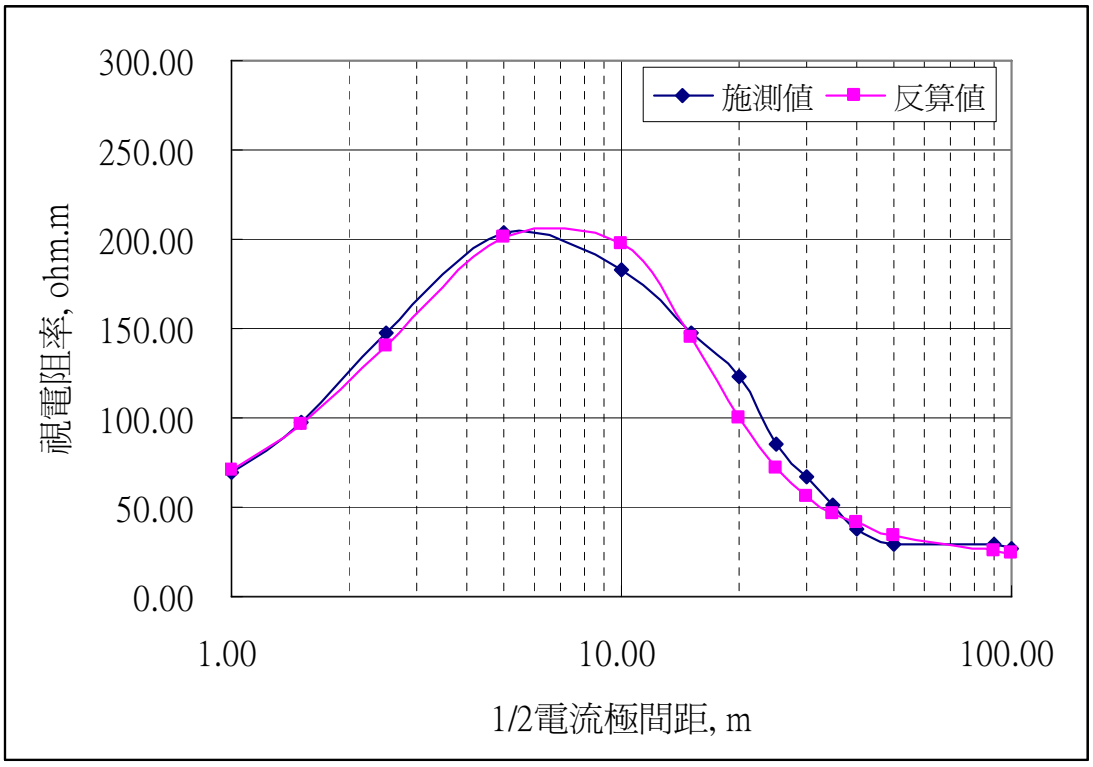
附圖 5- 6 VES-06 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



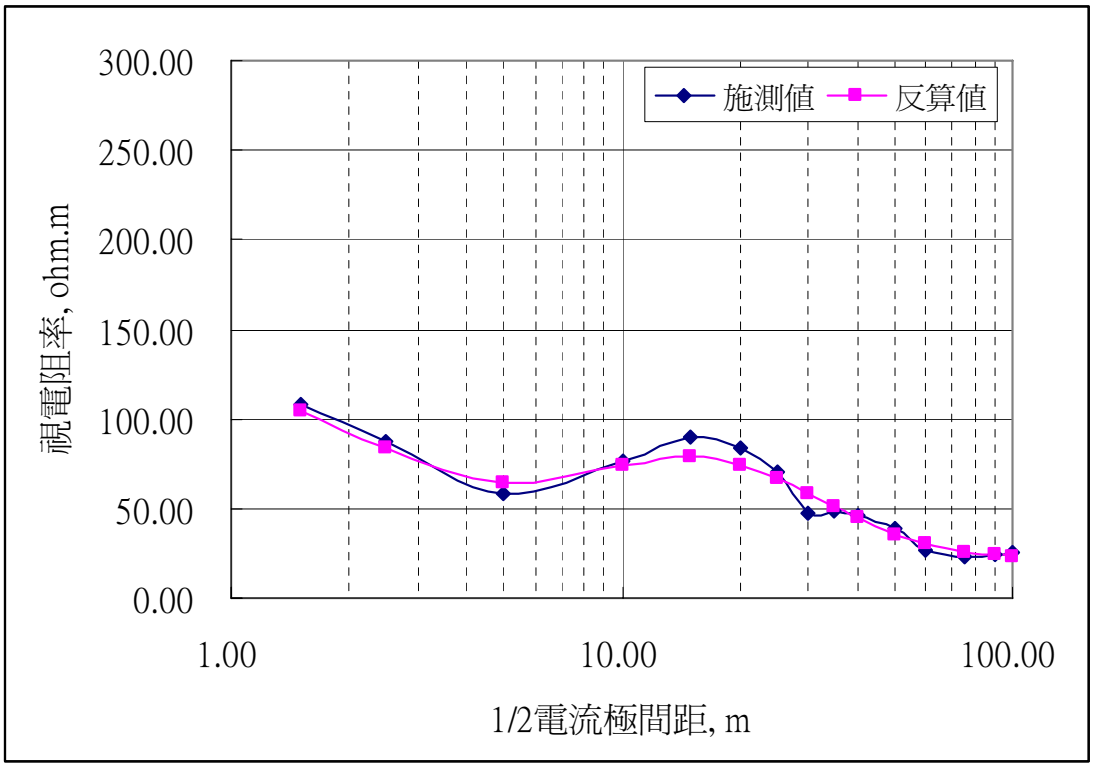
附圖 5- 7 VES-07 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



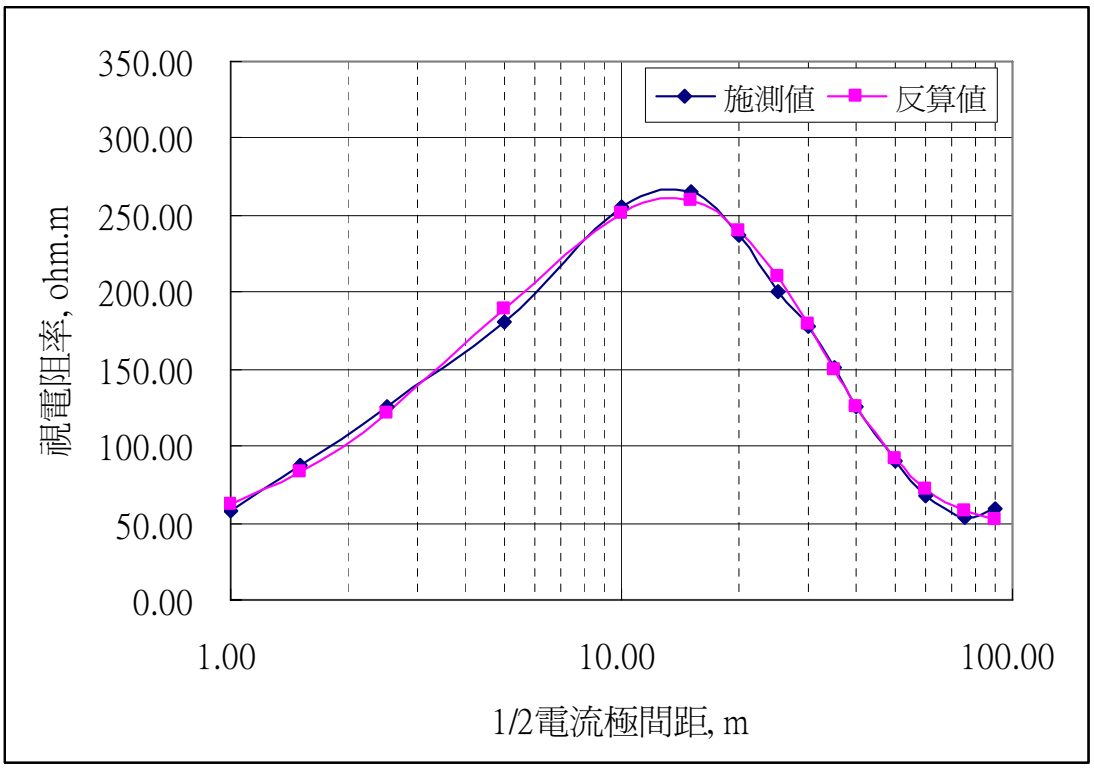
附圖 5- 8 VES-08 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



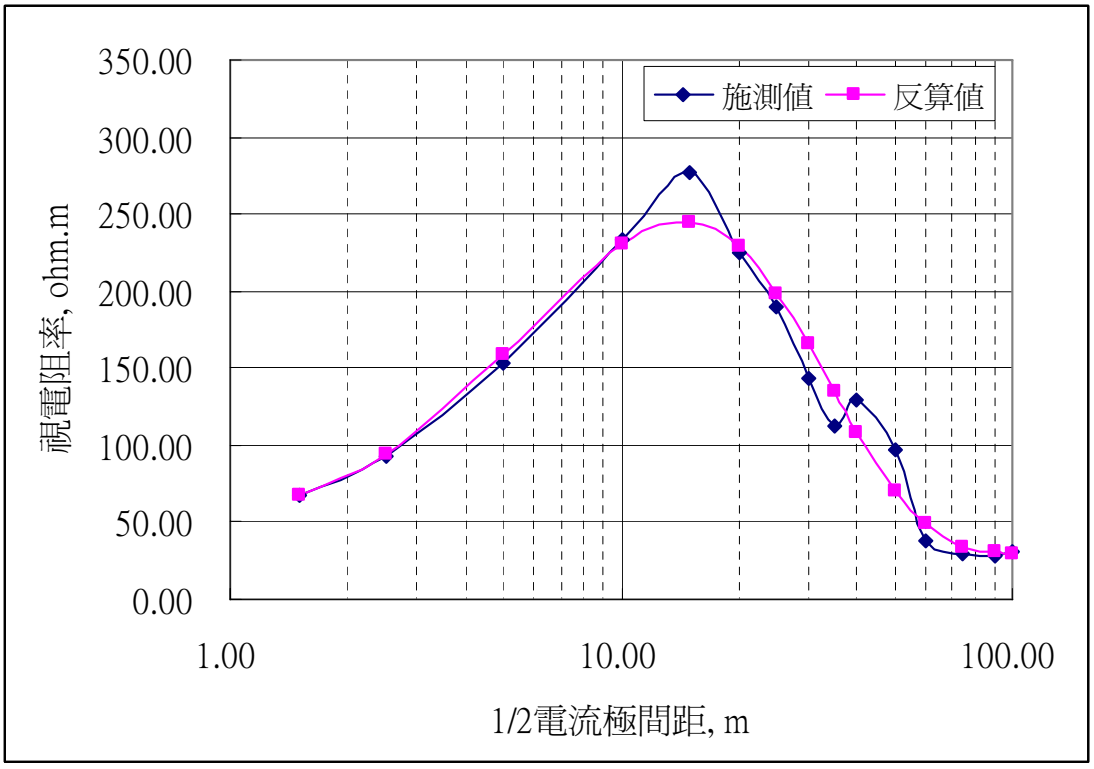
附圖 5- 9 VES-09 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



附圖 5- 10 VES-10 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



附圖 5- 11 VES-11 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖



附圖 5- 12 VES-12 測線施測值與反算值視電阻率曲線比較圖

附錄六 試坑開挖附件

附件 A 試坑開挖記錄表

試坑開挖剖面圖

工程名稱：烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查

坑　號：DT-96-01　　開挖方式：機械(怪手）

地下水位：　>2.0m　　日　期：96.9.12

試坑尺寸：2.0m*2.0m*2.0m　　記　錄：陳彥竹

試坑座標: N:2654969.804　　E:222766.185　高　程：132.79m

現地試驗取樣記錄	深度	地層柱狀剖面	地質描述
	1.0 2.0		0-1.2m 黃褐色之粉土砂夾樹根 1.2~2.0m 卵礫石夾黃褐色粉土砂 粗砂,細砂,細礫石 卵礫石最大粒徑約25公分 密度約35%



圖示：DT-96-01 開挖前



圖示：DT-96-01 開挖完成



圖示：DT-96-01 篩分析



圖示：DT-96-01 開挖回填

試坑開挖剖面圖

工程名稱：烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查

坑　號：DT-96-02　　開挖方式：機械(怪手)

地下水位：　>2.0m　　日　期：96.9.12

試坑尺寸：2.0m*2.0m*2.0m　　記　錄：陳彥竹

試坑座標: N:2655326.633　　E:222031.396　高　程：126.04m

現地試驗取樣記錄	深度	地層柱狀剖面	地質描述
	1.0 2.0		0-0.45m 黃褐色粉土夾卵礫石 0.45-2.0m 灰黑色之卵礫石夾 粗砂,細砂,卵礫石多呈圓狀 最大粒徑約20~30公分,密度約50%



圖示：DT-96-02 開挖前



圖示：DT-96-02 開挖完



圖示：DT-96-02 篩分析



圖示：DT-96-02 開挖回填

試坑開挖剖面圖

工程名稱：烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查

坑　號：DT-96-03　　開挖方式：機械(怪手)

地下水位：　　日　期：96.9.12

試坑尺寸：2.0m*2.0m*2.0m　　記　錄：陳彥竹

試坑座標: N:2655811.284　　E:221453.509　高　程：118.74m

現地試驗取樣記錄	深度	地層柱狀剖面	地質描述
	1.0 2.0		0-0.1m 黃褐色之粉土砂夾樹根 0.1-2.0m 灰黑色之卵礫石夾 粗砂,細砂,卵礫石多呈圓狀 最大粒徑約35公分,密度約50%



圖示：DT-96-03 開挖前



圖示：DT-96-03 開挖完



圖示：DT-96-03 篩分析



圖示：DT-96-03 開挖回填

試坑開挖剖面圖

工程名稱：烏溪烏嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查

坑　號：DT-96-04　　開挖方式：機械(怪手)

地下水位：　1.8m　　日　期：96.9.12

試坑尺寸：2.0m*2.0m*2.0m　　記　錄：陳彥竹

試坑座標: N:2655457.064　　E:2201.865　　高　程：111.65m

現地試驗取樣記錄	深度	地層柱狀剖面	地質描述
			0-1.4m 灰褐色之粉土夾粘土
	1.0		
	2.0		1.4-2.0m 灰黑色粉土砂,粗砂,夾卵礫石 最大粒徑約15公分,密度約30%



圖示：DT-96-04 開挖前



圖示：DT-96-04 開挖完



圖示：DT-96-04 篩分析



圖示：DT-96-04 開挖回填

附件 B 試坑開挖材料試驗方法

1、比重試驗及吸水率實驗

本實驗依據 CNS488 進行比重及吸水率實驗，其步驟如下：

(1)將試體以 110±5℃烘乾至恆重，在室溫中冷卻 1 至 3 小時，至適於操作之溫度(約 50 度)，再放入室溫之水中 24±4 小時。

(2)自水中取出，至於一大塊富吸水性之布上滾動，將能見到之表面水膜全部去除，較大顆粒需各別擦拭，再利用移動之空氣流乾燥處理。

(3)秤重後，將面乾內飽和之試體，立即至於試樣容器內，並秤出其在 23±1.7℃，密度 0.997±0.002 克/立方公分水中質量。

(4)最後將試樣在 110±5℃烘乾至恆重，並在室溫中冷卻 1 至 3 小時，至適於操作之溫度(約 50 度)後秤重。

計算步驟如下：

A、容積比重

在 23℃之容積比重下以下式計算

容積比重= $\frac{A}{B-C}$

A：烘乾試體在空氣中質量(克)

B：面乾內飽和空氣中質量(克)

C：飽和試體在水中質量(克)

B、容積比重(面乾內飽和狀態)

在 23℃面乾內飽和狀態下之容積比重以下式計算：

面乾內飽和容積比重= $\frac{B}{B-C}$

C、視比重

在 23℃之視比重以下式計算

容積比重= $\frac{A}{A-C}$

D、吸水率

吸水率以下式計算

$$吸水率(\%)=\frac{B-A}{A}\times 100$$

2、單軸抗壓強度試驗

為執行骨材試體之單軸抗壓強度試驗,卵礫石試體需先經過鑽心、切割、並研磨兩端後製成一定規格之圓柱試體。依據 CNS 11319 標準試驗規範進行，單軸抗壓試驗步驟如下：

(1)試體為圓柱體，其長徑比(L/D)大於 1.0，並且直徑最好不要小於 50mm。

(2)於試潤狀態試體試樣前，將試樣浸置於 22±2℃水中 48 小時，取出後將附著於表面之水擦乾，立即實施試驗。

(3)將試驗至於試驗機中，並對正其置放位置，能允許用手調整之加壓速率施加初始載重。

(4)在小量載重下反覆轉動加壓板約 30 度使球形支座之位置適當，但應注意勿使試樣離開中心位置

(5)加壓速率最好不超過 7kgf/cm^2/s。

(6)單壓強度計算方式為最大承載力除以試驗前面積即可獲得。

3、洛杉磯磨損試驗

本計畫共進行 4 組洛杉磯試驗，每個試坑一組，依據 CNS3408 標準試驗規範，洛杉磯消散磨損試驗之目的在於測試骨材之抗磨損力,鋼球(abrasive charge)種類及試驗條件取決於骨材尺寸及分類而定。

洛杉磯試驗儀為一中空鋼圓桶，其兩端密封，內徑為 711±5mm，內長為 508±5mm，中空鋼圓桶旋轉時之水平誤

差必須小於 1/100。骨材大小對應之試體重量必須符合規範要求。茲將試驗步驟說明如下：

(1)將試體與鋼球(abrasive charge)放入洛杉磯儀，並以每分鐘 30 至 33 轉得速度轉動，骨材最大粒徑小於 38mm 轉動 500 次，骨材最小粒徑大於 19mm 轉動 1000 次。

(2)將骨材由洛杉磯儀取出，利用 1.7mm(No.12 US)篩網過篩，將超過停留於篩網上之骨材洗淨並以 105℃烘乾，烘乾後秤重。

(3)計算方式為將原始重量與試驗後重量之差值除以原始重量，並以百分比表現之。

4、健性試驗

健性試驗目的在測試骨材浸泡於硫酸鈉(鎂)溶液後之損耗率，依據 CNS1167 標準，試驗步驟如下：

(1)試樣浸於適當之硫酸鈉(鎂)溶液內，不得少於 16 小時，也不得多餘 18 小時，溶液淹沒粒料之上至少為 13mm。試樣浸入後，容器需加蓋，以防蒸發及外物侵入，溶液溫度須保持 21±1℃。

(2)經過浸置後之試樣取出滴水晾乾 15±5 分鐘後再放入 110±5℃恆溫之烘箱，乾燥後待冷卻至室溫時，再依步驟(1)重複置入溶液。共計重複五次。

(3)最後一次循環之試樣，經冷卻後用清水清洗，再以氯化鋇檢測硫酸鈉(鎂)是否洗清。

(4)硫酸鈉(鎂)洗除後，試樣以 110±5℃烘乾至恆重，以每部分停留在篩網上試驗前後之質量差來決定耗損率。

5、鹼性反應試驗(細粒料)

本試驗方法依據 NIEA S410 規範進行試驗，將土壤樣

品與試劑水混合後，利用電極測定樣品之氫離子濃度指數（pH 值）。試驗步驟如下：

(1)土壤經風乾過篩處理後，秤取 20 g 之樣品於 50 mL 之燒杯內，加入 20 mL 試劑水蓋上錶玻璃，並且持續攪拌懸浮液 5 分鐘。若含有吸水性的土壤或鹽類等其它複雜基質，可額外加入更多試劑水，並記錄加入之水量。

(2)靜置懸浮液約 1 小時，使懸浮液的大部分固體沉澱，必要時利用過濾或離心取得水相層，測定其 pH 值。

砂石品質為評估砂石開發潛力的重要因素,砂石除需具有巨大儲量外，其品質必須符合骨材之要求，方能適用（賴典章，1988）。砂石品質之評定，可依據混凝土骨材品質之要求標準，茲將符合混凝土骨材之標準列舉如下：

a、健性耗率低於 12%。

b、洛杉磯磨損率低於 40%。

c、比重大於 2.5。

d、吸水率小於 3.0%。

e、強度大於 500 公斤/平方公分。

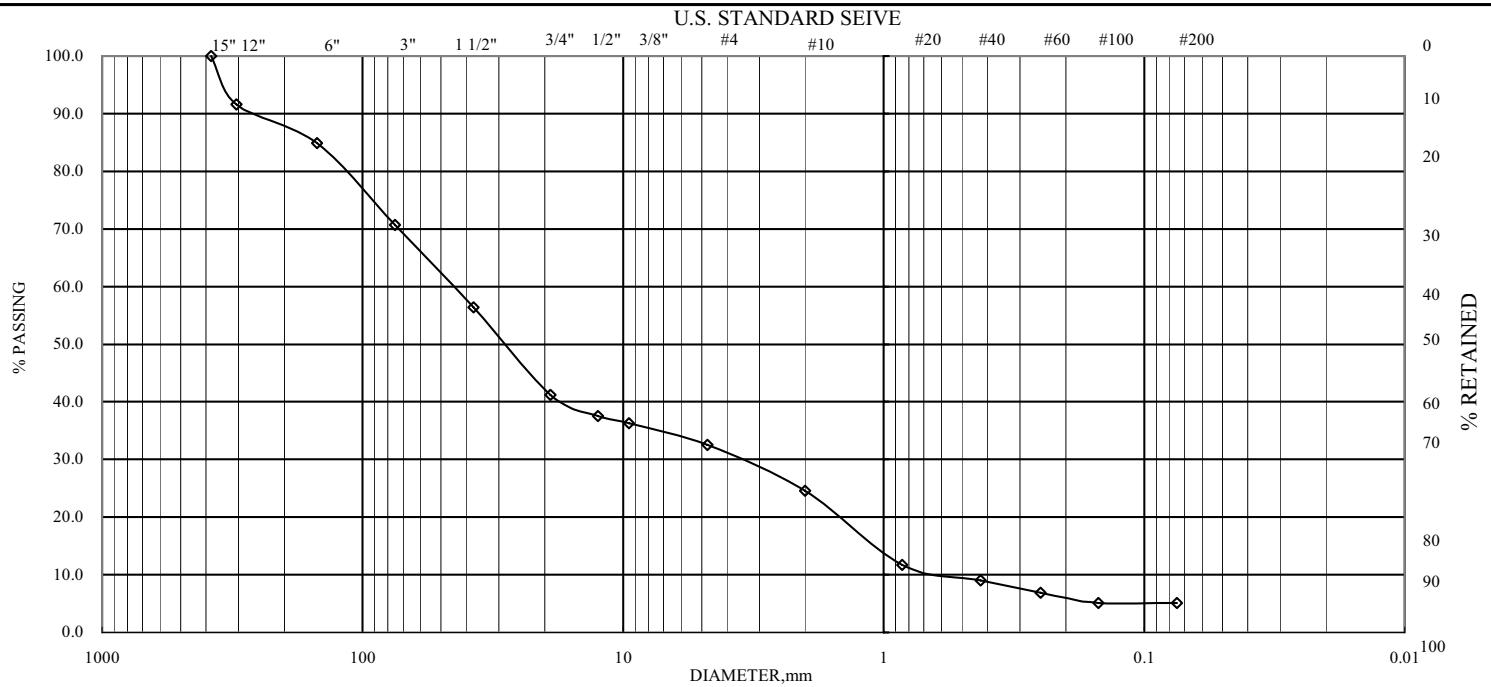
f、無鹼性有害物質。

完全滿足以上條件之砂石則為佳級；如果前 5 項中有 1～2 項未達到標準者則為中等；如果前 5 項中有 3 項以上未達到標準者則為劣等。鹼性有害物質之存在對品質評估極為重要，只要含有可能有害物質即為中等，如果含有有害物質則為劣等。

附件 C 試坑開挖材料試驗成果表

現場篩分析及室內篩分析成果表

	孔號	DT-96-01	DT-96-02	DT-96-03	DT-96-04
	深度	0-2m	0-2m	0-2m	0-2m
	樣品號	1	2	3	4
	DIAMETER	PASSING 1	PASSING 2	PASSING 3	PASSING 4
15"	381.000	100.0	100.0	100.0	100.0
12"	305.000	91.6	88.6	89.6	92.1
6"	150.000	84.9	81.4	82.5	84.9
3"	75.000	70.7	66.4	67.5	69.9
1 1/2"	37.500	56.4	49.3	50.4	52.8
3/4"	19.000	41.2	33.7	34.8	37.3
1/2"	12.500	37.5	29.3	30.4	32.9
3/8"	9.500	36.2	27.2	28.3	30.7
#4	4.750	32.6	20.9	22.0	24.4
#10	2.000	24.6	16.7	17.8	20.3
#20	0.850	11.7	7.1	8.2	10.6
#40	0.425	9.0	5.6	6.6	9.1
#60	0.250	6.8	4.5	5.6	8.0
#100	0.1500	5.1	3.3	4.4	6.8
#200	0.0750	5.1	3.3	4.4	6.8



ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
DT-96-01	---	---	◇				
	---	---	○				

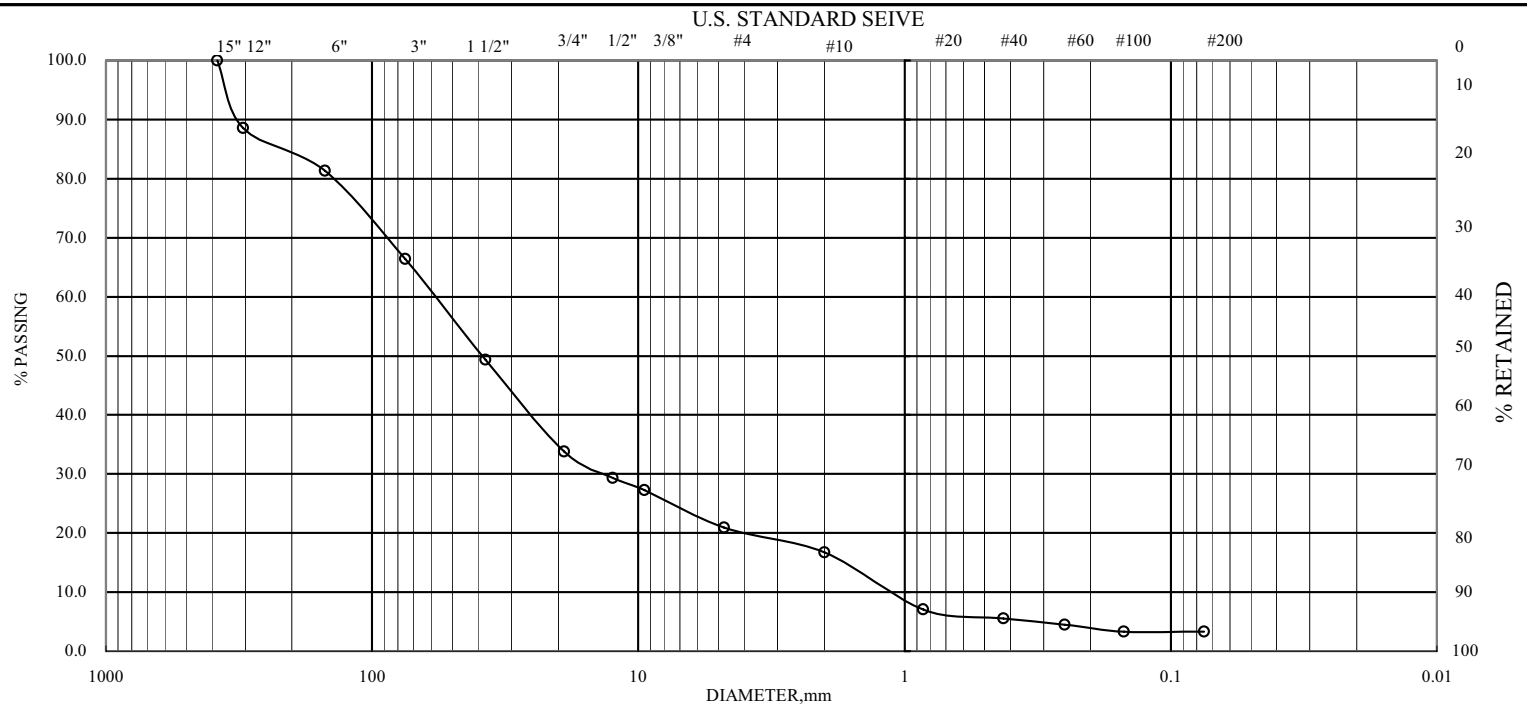
日 鼎 大 地 實 驗
Zeal Team
Geotechnical Engineering

顆 粒 分 析 試 驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

JOB NO : SP0700247

TESTED BY : L.Y.Y.

SHEET NO : 1 of 1



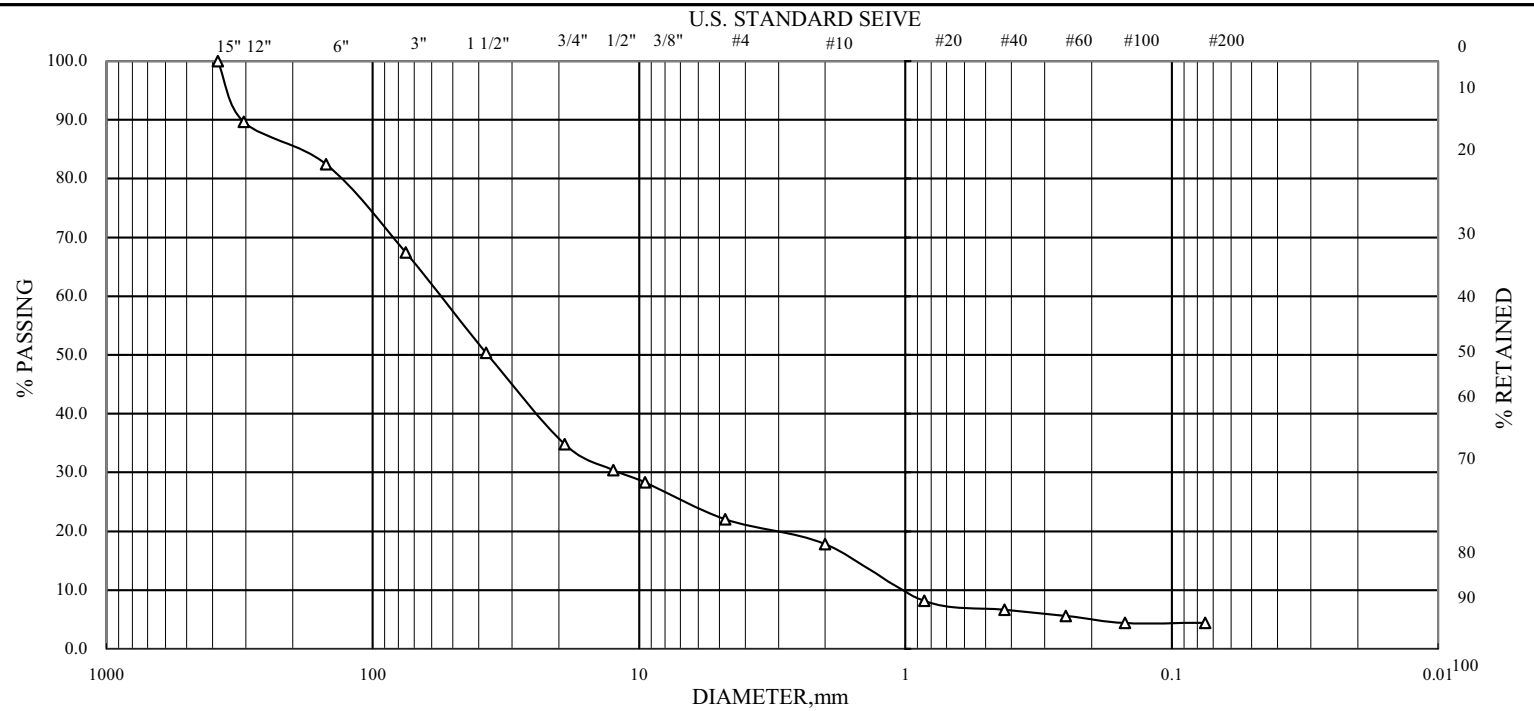
ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
DT-96-02	---	---	◇				
	---	---	○				

日 鼎 大 地 實 驗
ZealTeam
Geotechnical Engineering

顆 粒 分 析 試 驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

JOB NO : SP0700247
TESTED BY : L.Y.Y.
SHEET NO : 1 of 1



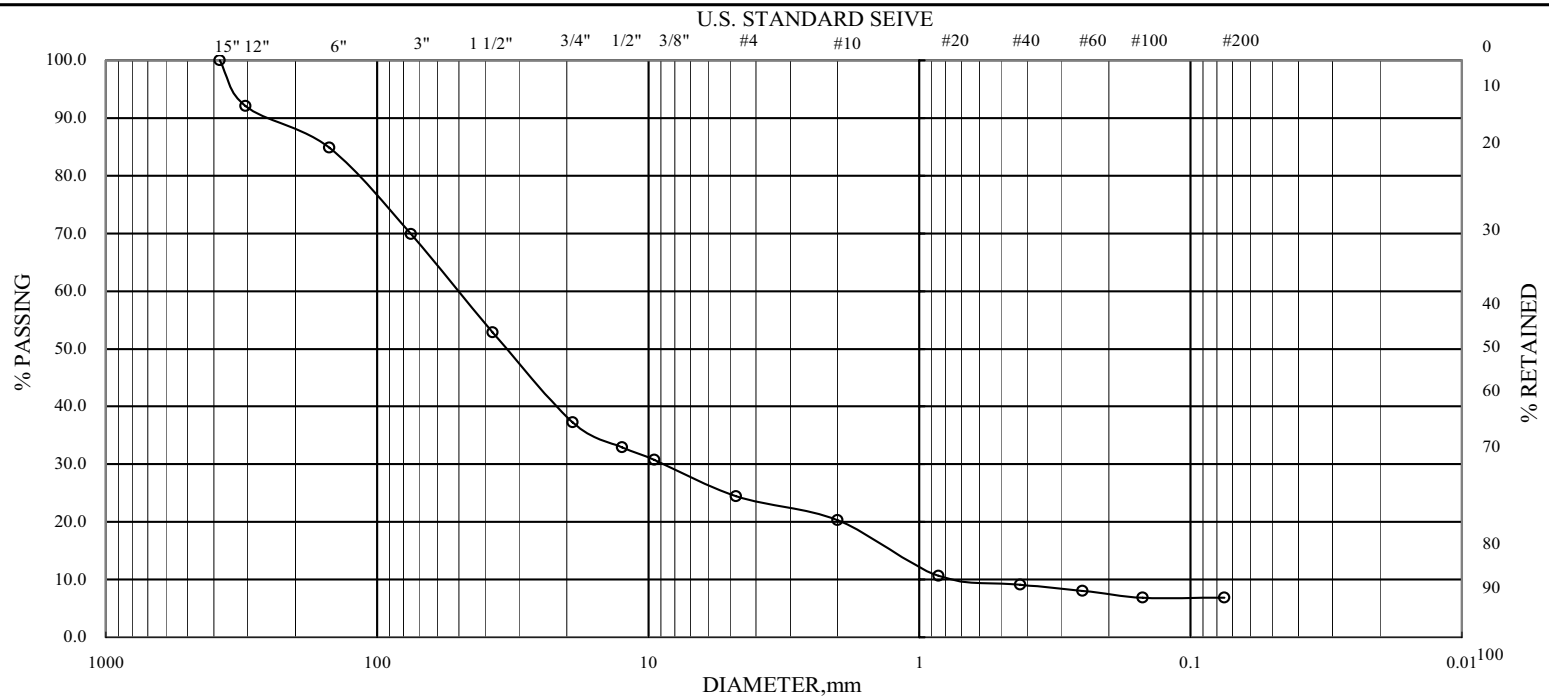
ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
DT-96-03	---	---	◇				
	---	---	○				

日 鼎 大 地 實 驗
ZealTeam
Geotechnical Engineering

顆 粒 分 析 試 驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

JOB NO : SP0700247
TESTED BY : L.Y.Y.
SHEET NO : 1 of 1



ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
DT-96-04	---	---	◇				
	---	---	○				

日 鼎 大 地 實 驗
Zeal Team
Geotechnical Engineering

顆 粒 分 析 試 驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

JOB NO : SP0700247
TESTED BY : L.Y.Y.
SHEET NO : 1 of 1

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：烏塘潭關河堤防分規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GG04857

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 1 頁，共 8 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任-曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/20

樣品名稱：-　　報告日期：2007/09/20

樣品最大粒徑：-　　試驗方法：CNS 488（1993）

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.65	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.68	-	
視比重（23/23℃）	2.73	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-01-1

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：馬賽津棚河堤初步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
樣品名稱：-
樣稱最大粒徑：-

報告編號：07GG04857
頁　　次：第 2 頁，共 8 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.66	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.69	-	
視比重（23/23℃）	2.74	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-01-2

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：馬場溪橋河堤初步規劃地質鑽探工程
報告編號：07GG04857

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
頁　　次：第 3 頁；共 8 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司
收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任-曾志清
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20

樣品名稱：-
報告日期：2007/09/20

樣品最大粒徑：-
試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.67	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.70	-	
視比重（23/23℃）	2.75	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅針送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-02-1

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：鳥嘴潭關河堰初步規劃地質鑽探工程
報告編號：07GG04857
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
頁　　次：第 4 頁：共 8 頁
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
收件日期：2007/09/13
送驗人員：英任-曾志清
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
樣品名稱：-
報告日期：2007/09/20
樣品最大粒徑：-
試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.64	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.67	-	
視比重（23/23℃）	2.72	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-02-2

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠訊實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3788911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：烏嘴潭橋河堤初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07CG04857

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 5 頁：共 8 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任-曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/20

樣品名稱：-　　報告日期：2007/09/20

標稱最大粒徑：-　　試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.66	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持溫潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.69	-	
視比重（23/23℃）	2.74	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-03-1

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)378661
FAX:(03)378991

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：烏嘴潭關河堤和步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
樣品名稱：-
樣稱最大粒徑：-

報告編號：07GG04857
頁　　次：第 6 頁：共 8 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.66	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持溫潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.69	-	
視比重（23/23℃）	2.74	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-03-2

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息訊實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：馬嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英伍工程技術顧問有限公司
委託單位：英伍工程技術顧問有限公司
送驗人員：英伍-曾志清
樣品名稱：-
樣稱最大粒徑：-

報告編號：07GG04857
頁　　次：第 7 頁：共 8 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 488（1993）

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.67	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a. 直接加水浸泡 □b. 試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.70	-	
視比重（23/23℃）	2.75	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-04-1

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料比重及吸水率試驗報告

工程名稱：烏塗潭櫚河堰初步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
樣品名稱：-
標稱最大粒徑：-

報告編號：07GG04857
頁　　次：第 8 頁：共 8 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 488 (1993)

試驗項目	試驗值	規範值	備註
容積比重（23/23℃）（烘乾狀態）	2.64	-	試樣處理程序： ■試驗前先烘乾再加水浸泡 □試驗前未先烘乾： □a.直接加水浸泡 □b.試樣試驗前為保持濕潤狀態未經加水浸泡
容積比重（23/23℃）（面乾內飽和狀態）	2.67	-	
視比重（23/23℃）	2.72	-	
吸水率（%）	1.1	-	

附註：1.本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2.本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3.取樣地點：DT-96-04-2

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

建築用天然石抗壓強度試驗報告

工程名稱：烏嘴潭園區初步規劃地質鑽探工程
報告編號：07RC04879
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
頁　　次：第 1 頁；共 4 頁
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
收件日期：2007/09/13
送驗人員：英任-曾志清
試驗日期：2007/09/14-2007/09/17
採石場名稱/地點：-
報告日期：2007/09/17
岩脈之名稱/位置：DT-06-03
試驗方法：CNS 11319(2000)
石材之商業名稱/等級：-

編號 No.	試體尺寸 cm	抗壓面積 cm^2	最大荷重 kgf	抗壓強度 kgf/cm^2	相對於正方形試體之抗壓強度 kgf/cm^2	受壓面方向／試樣狀態	備註
1	φ5.01*6.07	19.71	21916	1112	1112	依客戶指定之受壓面/原狀	-
2	φ5.02*6.38	19.79	23883	1207	1267	依客戶指定之受壓面/原狀	-
3	φ5.01*6.17	19.71	21470	1089	1089	依客戶指定之受壓面/原狀	-
4	φ5.00*6.22	19.63	25692	1309	1309	依客戶指定之受壓面/原狀	-
5	φ5.01*6.30	19.71	24505	1243	1302	依客戶指定之受壓面/原狀	-

以下空白

附註：1. 製作試樣方式：□鑽取磨平　■切鋸磨平
2. 試樣之形狀為：□立方體　□正方柱體　■圓柱體
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

報告簽署人：

W11829.02

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

建築用天然石抗壓強度試驗報告

工程名稱：烏塘潭擴建初步規劃地質鑽探工程
報告編號：07RC04879

承包廠商：英倫工程技術顧問有限公司
頁　　次：第 2 頁：共 4 頁

委託單位：英倫工程技術顧問有限公司
收件日期：2007/09/13

送驗人員：英倫-曾志清
試驗日期：2007/09/14-2007/09/17

採石場名稱/地點：-
報告日期：2007/09/17

岩脈之名稱/位置：DT-96-02
試驗方法：CNS 11319(2000)

石材之商業名稱/等級：-

編號 No.	試體尺寸 cm	抗壓面積 cm^2	最大荷重 kgf	抗壓強度 kgf/cm^2	相對於正方形試體之抗壓強度 kgf/cm^2	受壓面方向／試樣狀態	備註
1	ϕ5.21*6.47	21.32	39556	1855	1855	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
2	ϕ5.18*6.20	21.07	38901	1846	1846	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
3	ϕ5.20*6.51	21.24	43280	2038	2133	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
4	ϕ5.19*6.34	21.16	41098	1942	1942	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
5	ϕ5.20*6.44	21.24	46192	2175	2175	依客戶指定之受壓面/濕潤	-

以下空白

附註：1. 製作試樣方式：□鑽取磨平　■切鋸磨平
2. 試樣之形狀為：□立方體　□正方柱體　■圓柱體
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

意凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

建築用天然石抗壓強度試驗報告

工程名稱：烏嘴潭觀塘社步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
採石場名稱/地點：-
岩脈之名稱/位置：DT-06-04
石材之商業名稱/等級：-

報告編號：07RC04879
頁　　次：第 3 頁：共 4 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/14-2007/09/17
報告日期：2007/09/17
試驗方法：CNS 11319(2000)

編號 No.	試體尺寸 cm	抗壓面積 cm^2	最大荷重 kgf	抗壓強度 kgf/cm^2	相對於正方形試體之抗壓強度 kgf/cm^2	受壓面方向／試樣狀態	備註
1	φ5.19*6.78	21.16	38140	1802	1901	依客戶指定之受壓面/法向	-
2	φ5.20*6.44	21.24	40640	1913	1913	依客戶指定之受壓面/法向	-
3	φ5.18*6.39	21.07	35066	1664	1664	依客戶指定之受壓面/法向	-
4	φ5.18*6.81	21.07	39868	1892	1998	依客戶指定之受壓面/法向	-
5	φ5.20*6.62	21.24	36210	1705	1790	依客戶指定之受壓面/法向	-

以下空白

附註：1.製作試樣方式：□鑽取磨平 ■切鋸磨平
2.試樣之形狀為：□立方體 □正方柱體 ■圓柱體
3.本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4.本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

報告簽署人：伍昱傑

WI1829.02

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

建築用天然石抗壓強度試驗報告

工程名稱：烏嘴潭擴建初步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
採石場名稱/地點：-
岩脈之名稱/位置：DT-96-01
石材之商業名稱/等級：-

報告編號：07RC04879
頁　　次：第 4 頁；共 4 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/14-2007/09/17
報告日期：2007/09/17
試驗方法：CNS 11319(2000)

編號 No.	試體尺寸 cm	抗壓面積 cm^2	最大荷重 kgf	抗壓強度 kgf/cm^2	相對於正方形試體之抗壓強度 kgf/cm^2	受壓面方向／試樣狀態	備註
1	φ5.10*6.74	20.43	39008	1910	2019	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
2	φ5.11*6.66	20.51	36350	1772	1869	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
3	φ5.11*6.53	20.51	32959	1607	1689	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
4	φ5.09*6.82	20.35	37696	1852	1963	依客戶指定之受壓面/濕潤	-
5	φ5.10*6.43	20.43	40811	1998	2094	依客戶指定之受壓面/濕潤	-

以下空白

附註：1. 製作試樣方式：□鑽取磨平 ■切鋸磨平
2. 試樣之形狀為：□立方體 □正方柱體 ■圓柱體
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料磨損值試驗報告

工程名稱：烏嘴潭溷河堰初步規劃地質鑽探工程
報告編號：07GL04858

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
頁　　次：第 1 頁；共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司
收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任-曾志清
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20

樣品名稱：-
報告日期：2007/09/20

標稱最大粒徑：-
試驗方法：CNS 490（1993）

編號	試樣級配	磨損率（%）		均勻性	備註
		100 轉	500 轉		
1	B	4.1	16.2	0.25	-
2	B	4.3	16.5	0.26	
平均值			16.4	0.26	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-01

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料磨損值試驗報告

工程名稱：鳥嘴潭關河經初步規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
樣品名稱：-
樣稱最大粒徑：-

報告編號：07GL04858
頁　　次：第 2 頁，共 4 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 490 (1993)

編號	試樣級配	磨損率（%）		均勻性	備註
		100 轉	500 轉		
1	B	3.3	14.7	0.22	
2	B	3.6	14.4	0.25	
平均值			14.6	0.24	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-02

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

惠凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料磨損值試驗報告

工程名稱：烏嘴潭橋河堤初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GL04858

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 3 頁，共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任-曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/20

樣品名稱：-　　報告日期：2007/09/20

樣稱最大粒徑：-　　試驗方法：CNS 490（1993）

編號	試樣級配	磨損率（%）		均勻性	備註
		100 轉	500 轉		
1	B	3.8	13.8	0.28	
2	B	4.2	14.1	0.30	
平均值			14.0	0.29	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-03

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0682

息凱實業有限公司
桃園市益壽二街 28 號

桃園實驗室

TEL:(03)3786611
FAX:(03)3789911

粗粒料磨損值試驗報告

工程名稱：烏嘴潭擴河疏洪步道規劃地質鑽探工程
承包廠商：英任工程技術顧問有限公司
委託單位：英任工程技術顧問有限公司
送驗人員：英任-曾志清
樣品名稱：-
樣品最大粒徑：-

報告編號：07GL04858
頁　　次：第 4 頁：共 4 頁
收件日期：2007/09/13
試驗日期：2007/09/13-2007/09/20
報告日期：2007/09/20
試驗方法：CNS 490（1993）

編號	試樣級配	磨損率（%）		均勻性	備註
		100 轉	500 轉		
1	B	4.5	15.6	0.29	-
2	B	4.3	15.9	0.27	
平均值			15.8	0.28	

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
3. 取樣地點：DT-96-04

報告簽署人：

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0518

信強工程顧問有限公司
平鎮市延平路二段 77 號

平鎮實驗室

TEL:(03)4022425
FAX:(03)4023750

使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗報告

工程名稱：烏青潭擴河堰初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GA04935

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 1 頁；共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任工程技術顧問有限公司 曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/26

樣品名稱：粗粒料　　溶液種類：■硫酸鈉；□硫酸鎂　　報告日期：2007/09/26

循環次數： 5 循環　　□是；■否 新調配　　試驗方法：CNS 1167(1995)

試驗篩標稱孔徑(mm) 通過	停留	原試樣 級配%	試驗前 質量g	試驗後通過 指定篩網%	損耗率修值 %	累計損耗率 修值%	規範值 %
細粒料之健度試驗				細粒料佔總粒料之百分比 —			—
150μm	----	----	----	----	----		
300μm	150μm	----	----	----	----		
600μm	300μm	----	----	----	----		
1.18mm	600μm	----	----	----	----		
2.36mm	1.18mm	----	----	----	----	-	≤10
4.75mm	2.36mm	----	----	----	----		
9.5mm	4.75mm	----	----	----	----		
----	9.5mm	----	----	----	----		
合計		----	----	----	----		
粗粒料之健度試驗				粗粒料佔總粒料之百分比＝100.0 %			
75.0mm	63.0mm	----	----	----	----		
63.0mm	50.0mm	----	----	----	----		
50.0mm	37.5mm						
37.5mm	25.0mm	5.6	1478.5	4.46	0.25		
25.0mm	19.0mm					2.2	≤12
19.0mm	12.5mm	41.6	992.1	1.40	0.58		
12.5mm	9.5mm						
9.5mm	4.75mm	26.3	286.8	2.53	0.67		
4.75mm	----	26.5	----	2.53	0.67		
合計		100.0	----	----	2.17		
總粒料累計損耗率						-	—

粗粒料品質試驗				
試驗篩標稱孔徑(mm)		通過	63.0	37.5
		停留	37.5	19.0
顯明受損之顆粒數	裂開	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	粉碎	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	裂縫	數目	-	3
		百分比%	-	5.3
	剝落	數目	-	2
		百分比%	-	3.5
試驗前之顆粒總數			-	57

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

其他：1. 結構部位：DT-96-01。

報告簽署人：黃光華

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0518

信強工程顧問有限公司
平鎮市延平路二段 77 號

平鎮實驗室

TEL:(03)4022425
FAX:(03)4023750

使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗報告

工程名稱：烏嘴潭調洪壩初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GA04935

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 2 頁；共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任工程技術顧問有限公司 曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/26

樣品名稱：粗粒料　　溶液種類：■硫酸鈉；□硫酸鎂　　報告日期：2007/09/26

循環次數： 5 循環　　□是；■否 新調配　　試驗方法：CNS 1167(1995)

試驗篩標稱孔徑(mm) 通過	試驗篩標稱孔徑(mm) 停留	原試樣 級配%	試驗前 質量g	試驗後通過 指定篩網%	損耗率權值 %	累計損耗率 權值%	規範值 %
細粒料之健度試驗				細粒料佔總粒料之百分比= -			
150 μm	----	----	----	----	----		
300 μm	150 μm	----	----	----	----		
600 μm	300 μm	----	----	----	----		
1.18 mm	600 μm	----	----	----	----		
2.36 mm	1.18 mm	----	----	----	----	-	≤10
4.75 mm	2.36 mm	----	----	----	----		
9.5 mm	4.75 mm	----	----	----	----		
----	9.5 mm	----	----	----	----		
合計		----	----	----	----		
粗粒料之健度試驗				粗粒料佔總粒料之百分比=100.0 %			
75.0 mm	63.0 mm	----	----	----	----		
63.0 mm	50.0 mm	----	----	----	----		
50.0 mm	37.5 mm						
37.5 mm	25.0 mm	9.0	1484.4	0.46	0.04		
25.0 mm	19.0 mm					2.3	≤12
19.0 mm	12.5 mm	44.4	1001.4	1.80	0.80		
12.5 mm	9.5 mm						
9.5 mm	4.75 mm	25.3	297.5	3.09	0.78		
4.75 mm	----	21.3	----	3.09	0.66		
合計		100.0	----	----	2.28		
總粒料累計損耗率						-	-

粗粒料品質試驗				
試驗篩標稱孔徑(mm)		通過	63.0	37.5
		停留	37.5	19.0
顯明受損之顆粒數	裂隙	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	粉碎	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	裂縫	數目	-	4
		百分比%	-	6.8
	剝落	數目	-	1
		百分比%	-	1.7
試驗前之顆粒總數			-	59

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

其他：1. 結構部位：DT-06-02。

報告簽署人：黃光華

信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF
Civil Engineering Laboratory
0518

信強工程顧問有限公司
平鎮市延平路二段 77 號

平鎮實驗室

TEL:(03)4022425
FAX:(03)4023750

使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗報告

工程名稱：烏嘴潭關河堤初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GA04935

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 3 頁：共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任工程技術顧問有限公司 曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/26

樣品名稱：粗粒料　　溶液種類：■硫酸鈉；□硫酸鎂　　報告日期：2007/09/26

循環次數： 5 循環　　□是；■否 新調配　　試驗方法：CNS 1167(1995)

試驗篩標稱孔徑(mm) 通過	試驗篩標稱孔徑(mm) 停留	原試樣 級配%	試驗前 質量g	試驗後通過 指定篩號%	損耗率權值 %	累計損耗率 權值%	規範值 %
細粒料之健度試驗				細粒料佔總粒料之百分比＝	－		
150 μm	----	----	----	----	----		
300 μm	150 μm	----	----	----	----		
600 μm	300 μm	----	----	----	----		
1.18 mm	600 μm	----	----	----	----		
2.36 mm	1.18 mm	----	----	----	----	－	≤10
4.75 mm	2.36 mm	----	----	----	----		
9.5 mm	4.75 mm	----	----	----	----		
----	9.5 mm	----	----	----	----		
合計		----	----	----	----		
粗粒料之健度試驗				粗粒料佔總粒料之百分比＝100.0 %			
75.0 mm	63.0 mm	----	----	----	----		
63.0 mm	50.0 mm	----	----	----	----		
50.0 mm	37.5 mm						
37.5 mm	25.0 mm	9.6	1490.9	0.59	0.06		
25.0 mm	19.0 mm					2.4	≤12
19.0 mm	12.5 mm	45.0	1602.1	1.45	0.65		
12.5 mm	9.5 mm						
9.5 mm	4.75 mm	27.1	297.8	3.79	1.03		
4.75 mm	----	18.3	----	3.79	0.69		
合計		100.0	----	----	2.44		
總粒料累計損耗率						－	－

粗粒料品質試驗				
試驗篩標稱孔徑(mm)		通過	63.0	37.5
		停留	37.5	19.0
顯明受損之顆粒數	裂隙	數目	－	0
		百分比%	－	0.0
	粉碎	數目	－	0
		百分比%	－	0.0
	裂縫	數目	－	3
		百分比%	－	4.9
	剝落	數目	－	3
		百分比%	－	4.9
試驗前之顆粒總數			－	61

附註：1.本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。

2.本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

其他：1.結構部位：DT-96-03。

報告簽署人：



信強材料檢測中心
Honest Material Testing Center

TAF Civil Engineering Laboratory 0518

信強工程顧問有限公司
平鎮市延平路二段 77 號

平鎮實驗室

TEL:(03)4022425
FAX:(03)4023750

使用硫酸鈉或硫酸鎂之粒料健度試驗報告

工程名稱：烏塗潭關河堰初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：07GA04935

承包廠商：英任工程技術顧問有限公司　　頁　　次：第 4 頁：共 4 頁

委託單位：英任工程技術顧問有限公司　　收件日期：2007/09/13

送驗人員：英任工程技術顧問有限公司 曾志清　　試驗日期：2007/09/13-2007/09/26

樣品名稱：粗粒料　　溶液種類：■硫酸鈉；□硫酸鎂　　報告日期：2007/09/26

循環次數： 5 循環　　□是；■否 新調配　　試驗方法：CNS 1167(1995)

試驗篩標稱孔徑(mm) 通過	停留	原試樣級配%	試驗前質量g	試驗後通過指定篩網%	損耗率修正%	累計損耗率修值%	規範值%
細粒料之健度試驗				細粒料佔總粒料之百分比=			-
150μm	----	----	----	----	----		
300μm	150μm	----	----	----	----		
600μm	300μm	----	----	----	----		
1.18mm	600μm	----	----	----	----		
2.36mm	1.18mm	----	----	----	----	-	≤10
4.75mm	2.36mm	----	----	----	----		
9.5mm	4.75mm	----	----	----	----		
----	9.5mm	----	----	----	----		
合計		----	----	----	----		
粗粒料之健度試驗				粗粒料佔總粒料之百分比=100.0 %			
75.0mm	63.0mm	----	----	----	----		
63.0mm	50.0mm	----	----	----	----		
50.0mm	37.5mm	----	----	----	----		
37.5mm	25.0mm	8.0	1530.9	0.04	0.05		
25.0mm	19.0mm					2.6	≤12
19.0mm	12.5mm	49.4	991.1	0.50	0.25		
12.5mm	9.5mm						
9.5mm	4.75mm	28.3	297.5	5.34	1.51		
4.75mm	----	14.3	----	5.34	0.76		
合計		100.0	----	----	2.55		
總粒料累計損耗率						-	-

粗粒料品質試驗				
試驗篩標稱孔徑(mm)		通過	63.0	37.5
		停留	37.5	19.0
顯明受損之粗粒數	裂開	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	粉碎	數目	-	0
		百分比%	-	0.0
	裂縫	數目	-	4
		百分比%	-	6.5
	剝落	數目	-	3
		百分比%	-	4.8
試驗前之顆粒總數			-	02

附註：1. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
2. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

其他：1. 結構部位：DT-96-04。

報告簽署人：黃光華

元智大學環科中心
土壤樣品檢驗報告

行政院環保署認可證字號：041　　聯絡人：許雅惠
檢驗室地址：中壢市內壢遠東路135號　電話：(03)455-8017　　FAX：(03)463-5887

委託單位：英任工程技術股份有限公司　　委託編號：YZ961SL0021
承 包 商：英任工程技術股份有限公司　　採樣時間：96年09月26日--時--分
行 業 別：自述業別　　樣品基質：土壤
採樣單位：英任工程技術股份有限公司　　收樣時間：96年09月26日
送樣單位：英任工程技術股份有限公司--曾志清先生　　報告日期：96年10月01日
工程名稱：烏嘴潭攔河堰初步規劃地質鑽探工程　　報告編號：SL960021-1

是否經許可	樣品報告編號		SL960926A	SL960926B	SL960926C	SL960926D	檢驗方法	備註欄
	原樣名稱或編號		DT-96-01	DT-96-02	DT-96-03	DT-96-04		
	檢測項目	單位	檢測值					
否	酸鹼值（pH）	---	7.8	7.2	6.7	7.9	NIEA S410.60T	
	以下空白							

備註：
1.本樣品報告共1頁。
2.低於方法偵測極限之檢測值以"ND"表示，並註明其方法偵測極限(MDL)。檢測值前有"*"表示該檢測值介於MDL與定量值(3.3倍MDL)之間，該檢測值僅供參考。
3.本報告僅對所送樣品負責，不得隨意複製及作為宣傳廣告之用。
4.本報告送樣程序未經環保署認可，其結果數據僅供參考。

聲明書
(一) 茲保證本報告內容完全依照行政院環境保護署及有關機關之標準方法及品保品管等相關規定，秉持公正、誠實進行檢測，絕無虛偽不實，如有違反，就政府機關所受損失願負連帶賠償責任之外，並接受主管機關依法令所為之行政處分及刑事處罰。
(二) 吾人瞭解如自身受政府機關委任從事公務，亦屬於刑法上之公務員，並瞭解刑法上圖利罪、公務員登載不實偽造公文書及貪污治罪條例之相關規定，如有違反，亦為刑法及貪污治罪條例之適用對象，願受最嚴厲之法律制裁。

機構名稱：財團法人元智大學
負責人（簽章）：彭
實驗室主管：林錕松

元智大學 環境科技研究中心 (甲)

附錄七 地下水觀測井建置與抽水試驗

附件 A 土壤取樣紀錄表

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.16　　完　工：96.08.16
井　　號：DW-96-01　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1		
1~2		
2~3		
3~4	卵礫石夾灰色粉土質砂　3.8M	
4~5		
5~6		
6~7		
7~8		
8~9		
9~10		
10~11	卵礫石夾黃棕色粉土質砂　10.5M	
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16		
16~17		
17~18		
18~19		
19~20		
20~21		
21~22		
22~23		
23~24		
24~25	灰色砂岩偶夾泥岩薄層　25.0M	

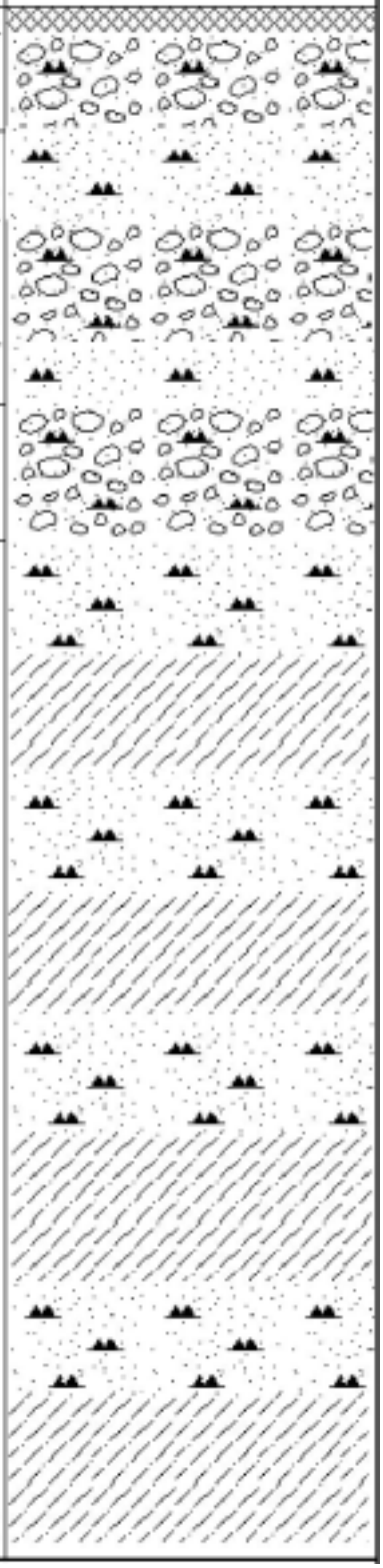
土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.15　　完　工：96.08.16
井　　號：DW-96-02　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1	棕灰色回填砂土　0.6M	
1~2		
2~3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7	卵礫石夾黃棕色粉土質砂　6.7M	
7~8		
8~9		
9~10		
10~11		
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16		
16~17		
17~18		
18~19		
19~20		
20~21		
21~22		
22~23		
23~24		
24~25	灰色砂岩偶夾泥岩互層　25.0M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.16　　完　工：96.08.16
井　　號：DW-96-03　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1	黃棕色覆蓋砂土 0.35M	
1~2	卵礫石夾黃棕色粉土質砂 2.0M	
2~3		
3~4	黃棕色砂質粉土或細砂 3.3M	
4~5		
5~6	卵礫石夾黃棕色粉土質砂 5.3M	
6~7	灰色砂質粉土或細砂 6.1M	
7~8		
8~9	卵礫石夾灰色粉土質砂 8.65M	
9~10		
10~11		
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16		
16~17		
17~18		
18~19		
19~20		
20~21		
21~22		
22~23		
23~24		
24~25	灰色粉土質砂夾泥岩互層 25.0M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.15　　完　工：96.08.15
井　　號：DW-96-04　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1	RC 0.1M	
1~2		
2~3		
3~4		
4~5		
5~6	卵礫石夾棕灰色粉土質砂 5.15M	
6~7		
7~8		
8~9		
9~10		
10~11		
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16		
16~17		
17~18		
18~19		
19~20		
20~21		
21~22		
22~23		
23~24		
24~25	灰色砂岩偶夾泥岩互層 25.0M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置

開　　工：96.08.22　　完　工：96.08.22

井　　號：DW-96-05　　天　氣：晴

記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		
1-2	黃棕色回填砂土夾卵礫石　1.2M	
2-3		
3-4		
4-5		
5-6		
6-7		
7-8		
8-9		
9-10		
10-11	卵礫石夾黃棕色粉土質砂　10.3M	
11-12		
12-13	灰色砂岩夾泥岩互層　12.3M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.15　　完　工：96.08.15
井　　號：DW-96-06　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1		
1~2	棕灰色回填砂土偶夾小礫石 1.7M	
2~3		
3~4		
4~5	卵礫石夾黃棕色粉土質砂 4.5M	
5~6		
6~7		
7~8		
8~9		
9~10		
10~11	卵礫石夾灰色粉土質砂 11.1M	
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16		
16~17		
17~18		
18~19		
19~20		
20~21		
21~22		
22~23		
23~24		
24~25	灰色砂岩夾砂頁岩互層 25.0M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置

開　　工：96.08.22　　完　工：96.08.22

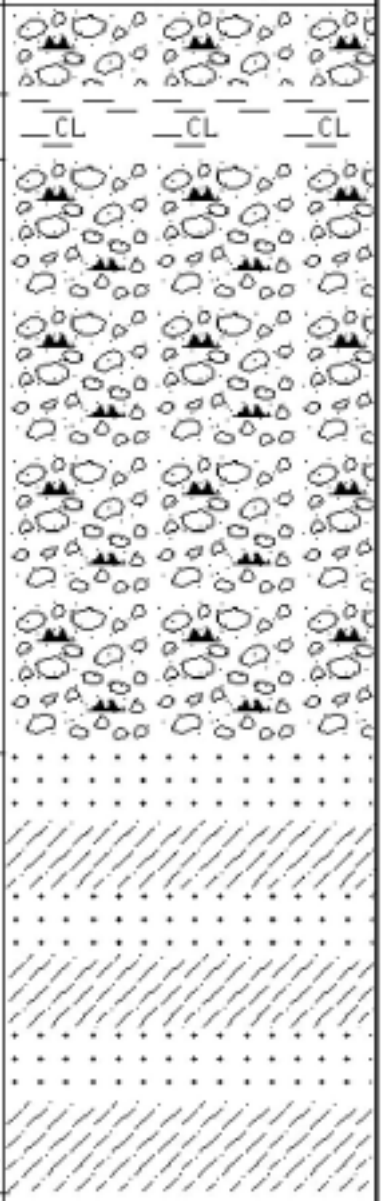
井　　號：DW-96-07　　天　氣：晴

記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		
1-2	黃棕色覆蓋砂土夾卵礫石 2.1M	
2-3		
3-4	卵礫石夾黃棕色粉土質砂 3.05M	
4-5		
5-6		
6-7		
7-8		
8-9		
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩互層 10.1M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.24　　完　工：96.08.24
井　　號：DW-96-08　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1	卵礫石夾灰色粉質砂 0.9M	
1-2	黃色粘土 1.3M	
2-3		
3-4		
4-5		
5-6		
6-7	卵礫石夾灰色粉土質砂 6.5M	
7-8		
8-9		
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩薄層 10.3M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置

開　　工：96.08.23　　完　工：96.08.23

井　　號：DW-96-09　　天　氣：晴

記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		
1-2	黃棕色粘土夾少量礫石 1.4M	
2-3	灰色粉土質砂夾卵礫石 2.2M	
3-4		
4-5		
5-6		
6-7		
7-8		
8-9	卵礫石夾灰色粉土質砂 8.9M	
9-10		
10-11		
11-12	灰色砂岩夾泥岩薄層 11.3M	
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.23　　完　工：96.08.23
井　　號：DW-96-10　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1	濕青綿配 0.55M	
	黃棕色粘土 1.0M	CL CL CL
1-2		
2-3		
3-4		
4-5		
5-6		
6-7	卵礫石夾灰色粉土質砂 6.85M	
7-8		
8-9		
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩薄層 10.3M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.23　　完　工：96.08.23
井　　號：DW-96-11　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述		土壤柱狀圖
0-1			
1-2			
2-3			
3~4			
4~5	卵礫石夾黃棕色粉土質砂	4.5M	
5~6	黃棕色粉土質粘土	5.55M	CL
6~7			
7~8			
8-9			
9-10			
10-11	卵礫石夾黃棕色粉土質砂	10.5M	
11-12			
12-13	灰色砂岩夾泥岩薄層	12.8M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.25　　完　工：96.08.25
井　　號：DW-96-12　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		
1-2		
2-3		
3-4		
4-5		
5-6		
6-7		
7-8	卵礫石夾棕灰色粉土質砂　7.6M	
8-9		
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩　10.3M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.25　　完　工：96.08.25
井　　號：DP-96-01　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		
1-2	黃棕色粘土 1.1M	
2-3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8	卵礫石夾棕灰色粉土質砂 8.0M	
8-9		
9-10	灰色砂岩夾泥岩 10.0M	
10-11		
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.24　　完　工：96.08.24
井　　號：DP-96-02　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		CL CL CL CL CL CL
1-2	黃色粘土 1.2M	
2-3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8		
8-9	卵礫石夾灰色粉土質砂 8.3M	
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩薄層 10.25M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.24　　完　工：96.08.24
井　　號：DP-96-03　　天　氣：陰雨
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		CL CL CL CL CL CL
1-2	黃色粘土 1.3M	
2-3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8		
8-9	卵礫石夾灰色粉土質砂 8.2M	
9-10		
10-11	灰色砂岩夾泥岩薄層 10.3M	
11-12		
12-13		

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.08.24　　完　工：96.08.24
井　　號：DP-96-04　　天　氣：陰雨
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0-1		CL CL CL CL CL CL
1-2	黃色粘土 1.1M	
2-3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8		
8~9		
9~10		
10-11	卵礫石夾灰色粉土質砂 10.2M	
11-12		
12-13	灰色砂岩夾泥岩 12.3M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.11.11　　完　工：96.11.11
井　　號：DP-96-05　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1		
1~2	棕灰色回填砂土夾礫石　1.5M	
2~3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8	灰色卵礫石夾粉土質砂　7.45M	
8~9		
9~10		
10~11		
11~12		
12~13		
13~14		
14~15		
15~16	灰色砂質泥岩　15.5M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置

開　　工：96.11.10　　完　工：96.11.10

井　　號：DP-96-06　　天　氣：晴

記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1		
1~2	棕灰色回填砂土夾礫石 1.25M	
	灰色粉土質砂 1.6M	
2~3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8	灰色卵礫石夾粉土質砂 7.6M	
8~9		
9~10		
10~11	灰色砂質泥岩 10.34M	

土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置
開　　工：96.11.10　　完　工：96.11.10
井　　號：DP-96-07　　天　氣：晴
記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1		
1~2	棕灰色回填砂土夾礫石　1.35M	
	灰色粉土質砂　1.9M	
2~3		
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8	灰色卵礫石夾粉土質砂　7.5M	
8~9		
9~10		
10~11	灰色砂質泥岩　10.33M	

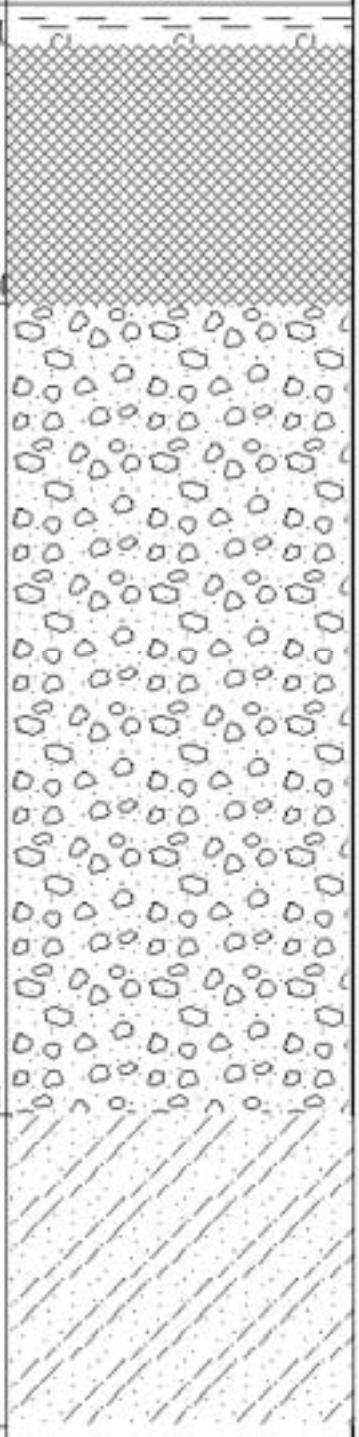
土 壤 取 樣 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井設置

開　　工：96.11.10　　完　工：96.11.10

井　　號：DP-96-08　　天　氣：晴

記錄人員：趙明達

至地表下深度（米）	土壤特徵描述	土壤柱狀圖
0~1	黃棕色黏土 0.3M	
1~2		
2~3	棕灰色回填砂土夾礫石 2.1M	
3~4		
4~5		
5~6		
6~7		
7~8		
8~9	灰色卵礫石夾粉土質砂 8.15M	
9~10		
10~11	灰色砂質泥岩 10.35M	

附件 B 觀測井與抽水井剖面構造圖

監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.16

井　　號：DW-96-01

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　25.0M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”　井篩深度 7 ~ 13M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：6.4　至　25.0　m

細砂封：6.1　至　6.4　m

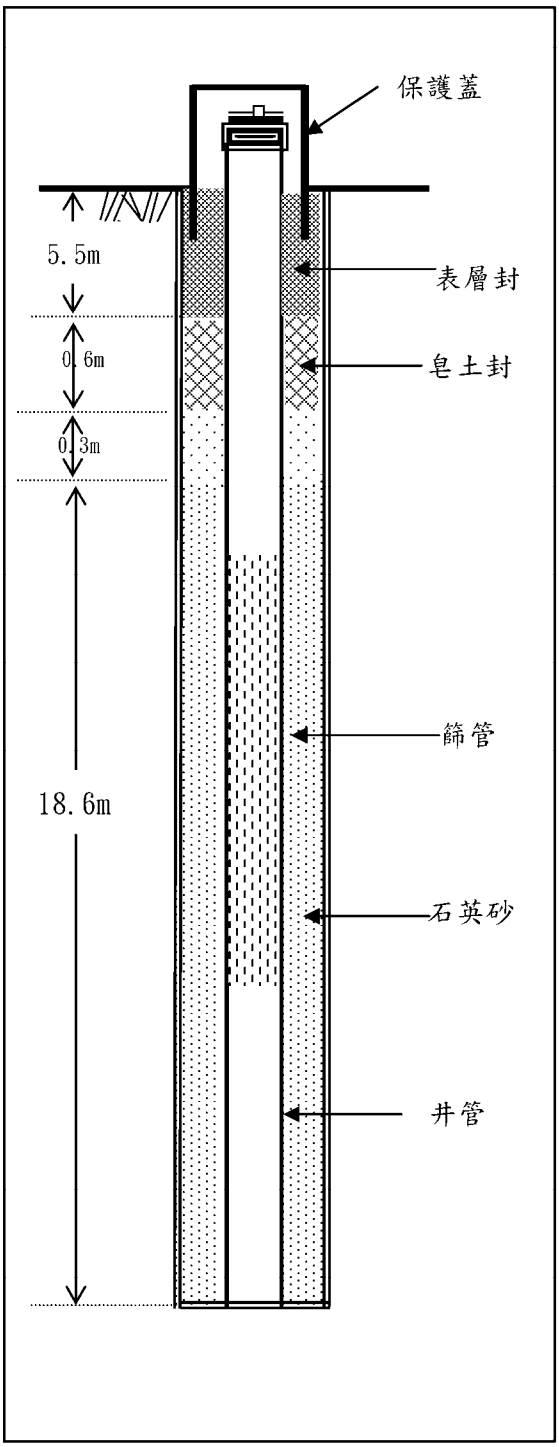
皂土封：5.5　至　6.1　m

表層封：0.0　至　5.5　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.17

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.16

井　　號：DW-96-02

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　25.0M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”　井篩深度 4 ~ 10M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.4　至　25.0　m

細砂封：3.1　至　3.4　m

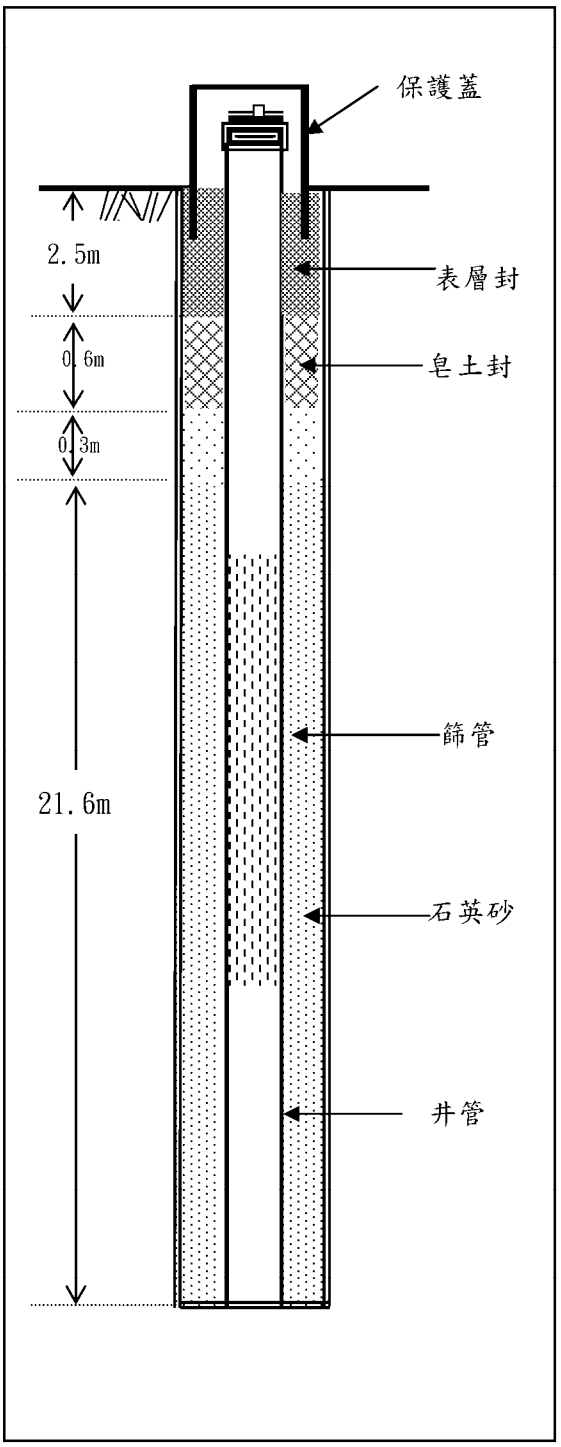
皂土封：2.5　至　3.1　m

表層封：0.0　至　2.5　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.17

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.16

井　　號：DW-96-03

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　25.0M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”　井篩深度 4 ~ 10M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.4　至　25.0　m

細砂封：3.1　至　3.4　m

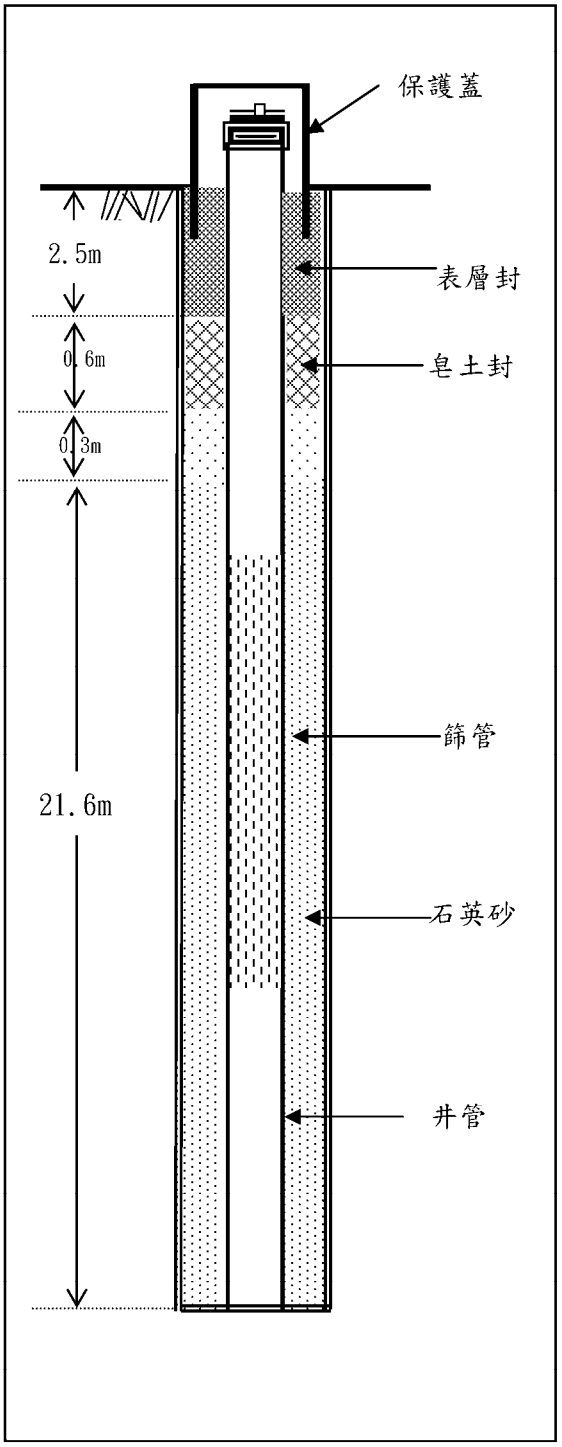
皂土封：2.5　至　3.1　m

表層封：0.0　至　2.5　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.26

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.15

井　　號：DW-96-04

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　25.0M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”　井篩深度 4 ~ 10M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.4　至　25.0　m

細砂封：3.1　至　3.4　m

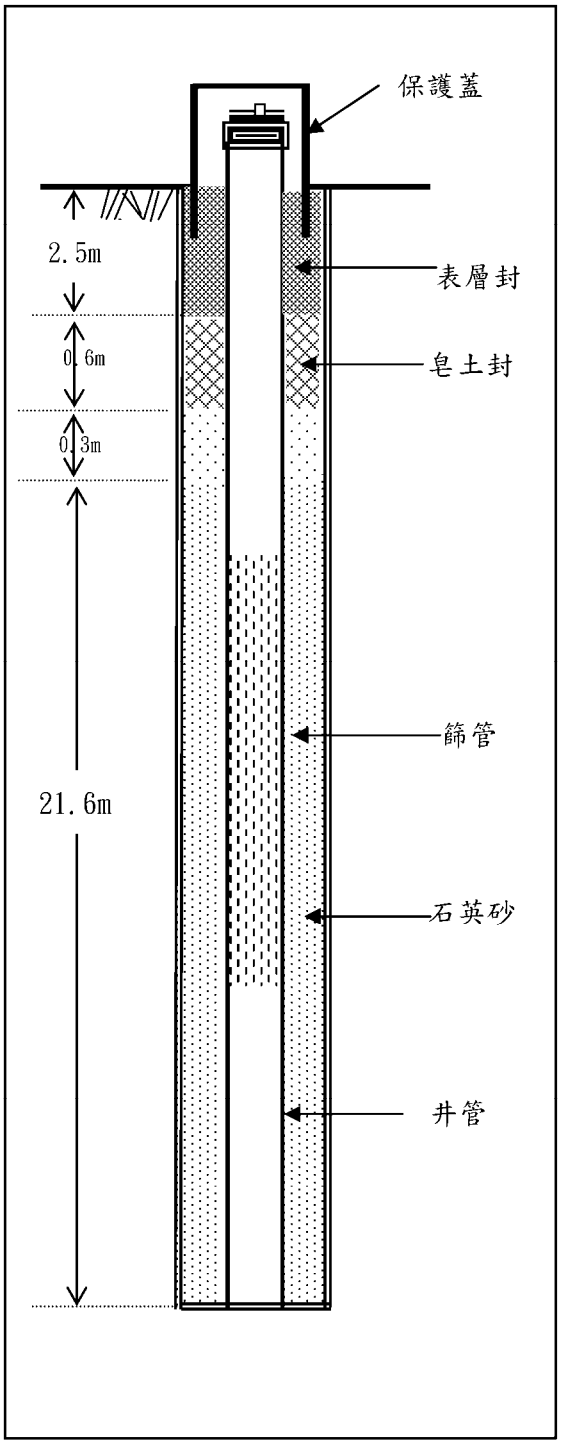
皂土封：2.5　至　3.1　m

表層封：0.0　至　2.5　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.17

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.22

井　　號：DW-96-05

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　12.3M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 6.3~12.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：5.7　至　12.3　m

細砂封：5.4　至　5.7　m

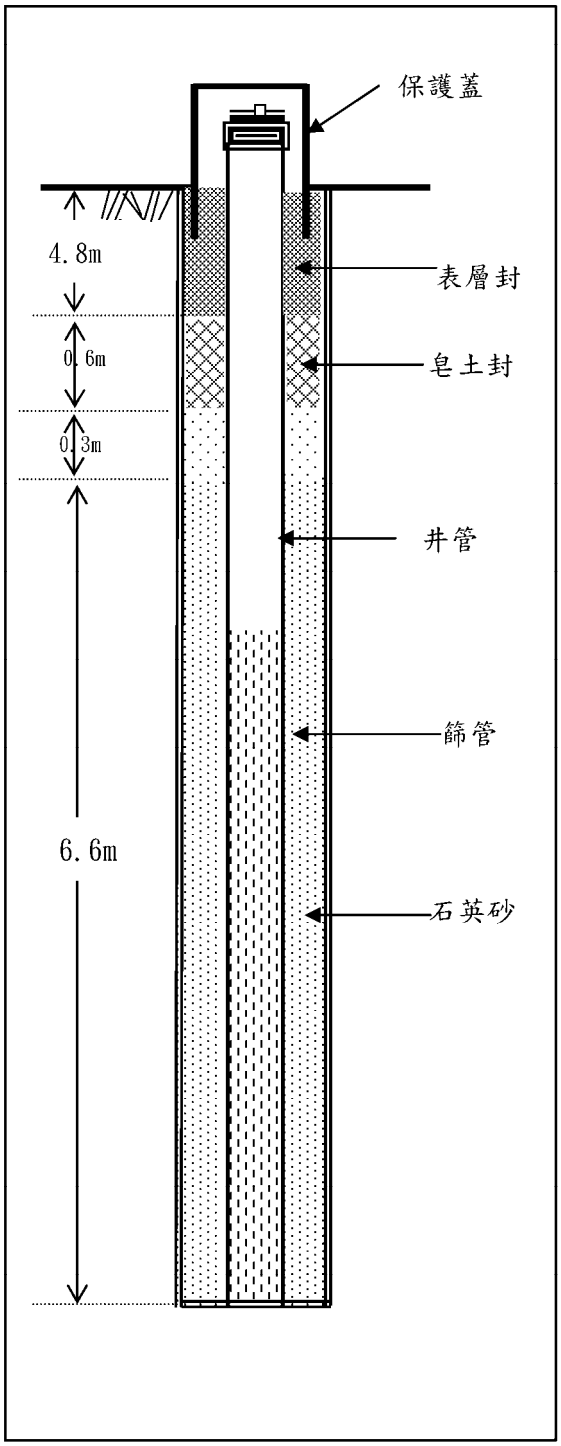
皂土封：4.8　至　5.4　m

表層封：0.0　至　4.8　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.26

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.15

井　　號：DW-96-06

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　25.0M

井管型式：2”PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2”PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”　井篩深度 7 ~ 13M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：6.4　至　25.0　m

細砂封：6.1　至　6.4　m

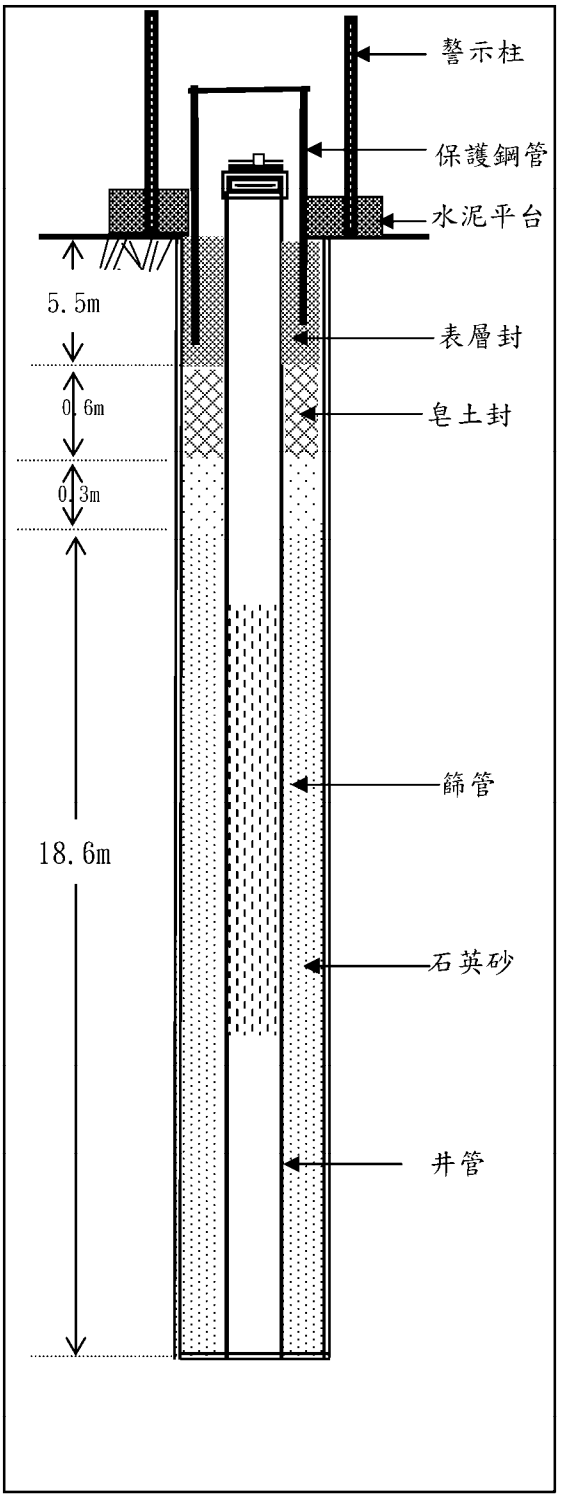
皂土封：5.5　至　6.1　m

表層封：0.0　至　5.5　m

保護蓋：6”保護鋼管

洗井方法：氣提式　日期 96.8.26

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.22

井　　號：DW-96-07

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.1M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.1~10.1M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.5　至　10.1　m

細砂封：3.2　至　3.5　m

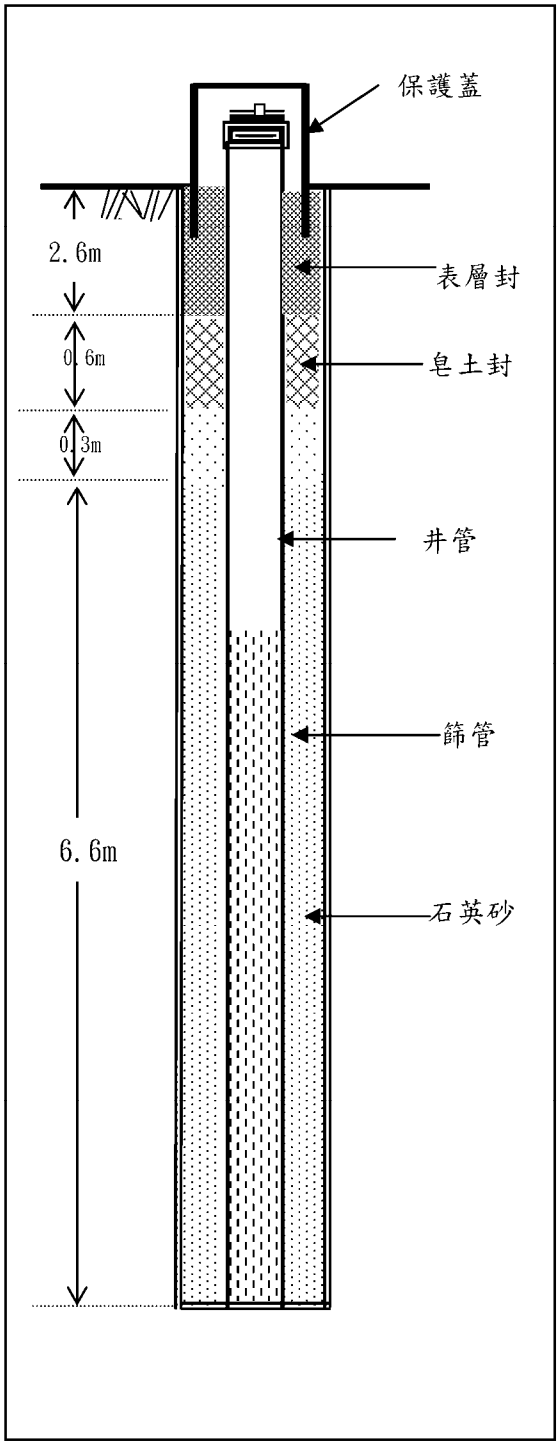
皂土封：2.6　至　3.2　m

表層封：0.0　至　2.6　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.27

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.23

井　　號：DW-96-11

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　12.8M

井管型式：2”PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2”PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 6.8~12.8M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：6.2　至　12.8　m

細砂封：5.9　至　6.2　m

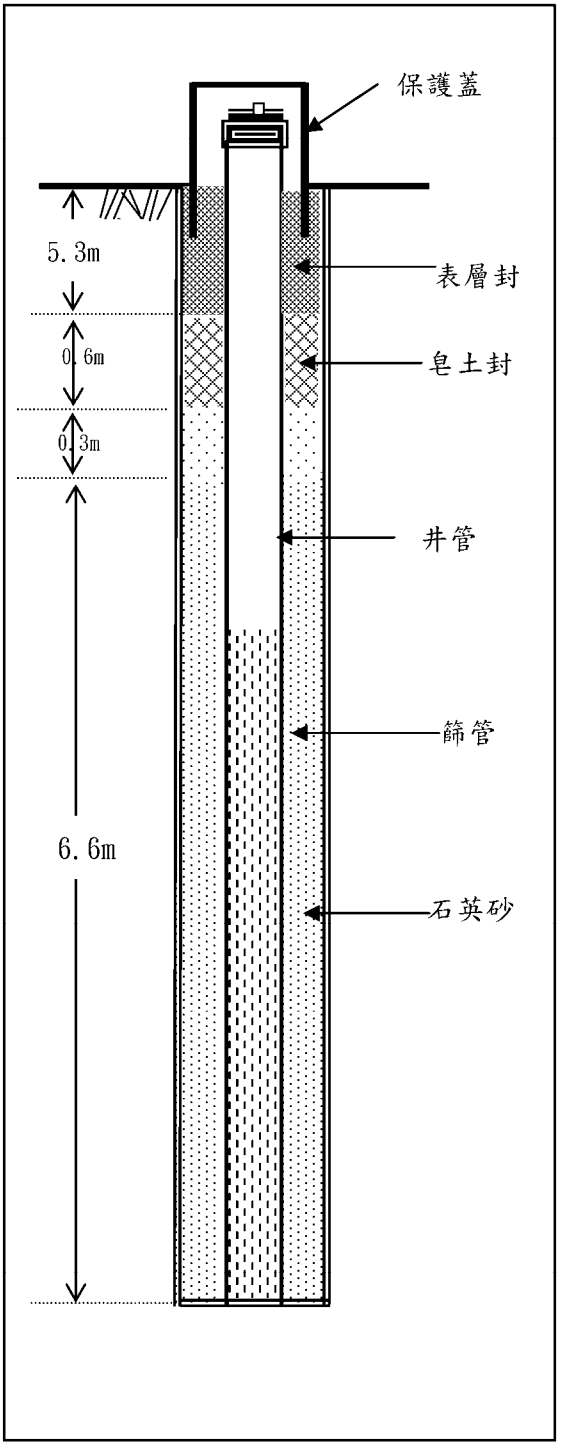
皂土封：5.3　至　5.9　m

表層封：0.0　至　5.3　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.27

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.23

井　　號：DW-96-09

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　11.3M

井管型式：2”PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2”PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 5.3~11.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：4.7　至　11.3　m

細砂封：4.4　至　4.7　m

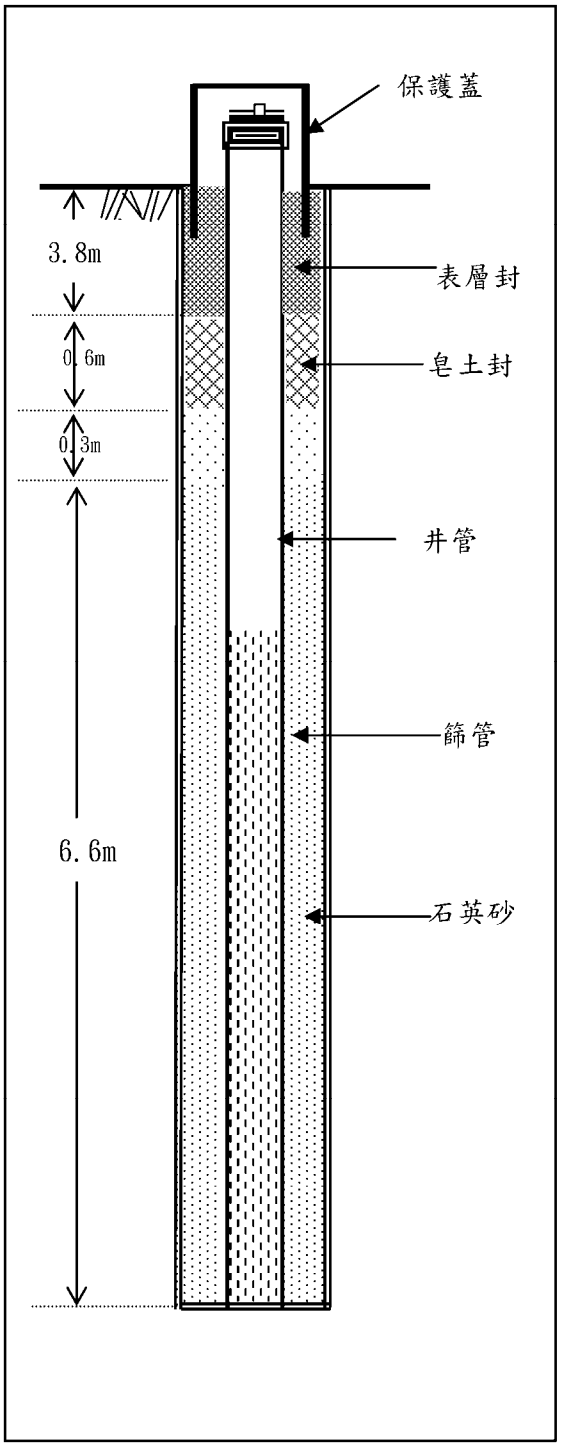
皂土封：3.8　至　4.4　m

表層封：0.0　至　3.8　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.27

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.23

井　　號：DW-96-10

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.3M

井管型式：2” PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2” PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01” 井篩深度 4.3~10.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.7　至　10.3　m

細砂封：3.4　至　3.7　m

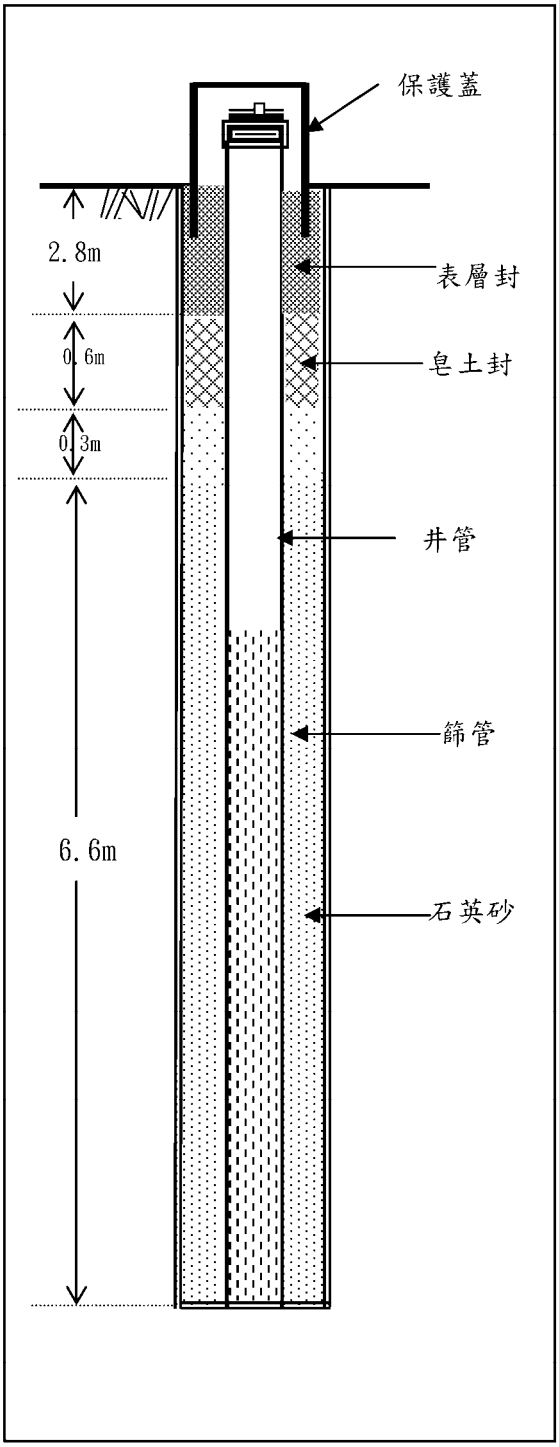
皂土封：2.8　至　3.4　m

表層封：0.0　至　2.8　m

保護蓋：4” 保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.27

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.23

井　　號：DW-96-11

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　12.8M

井管型式：2”PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2”PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 6.8~12.8M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：6.2　至　12.8　m

細砂封：5.9　至　6.2　m

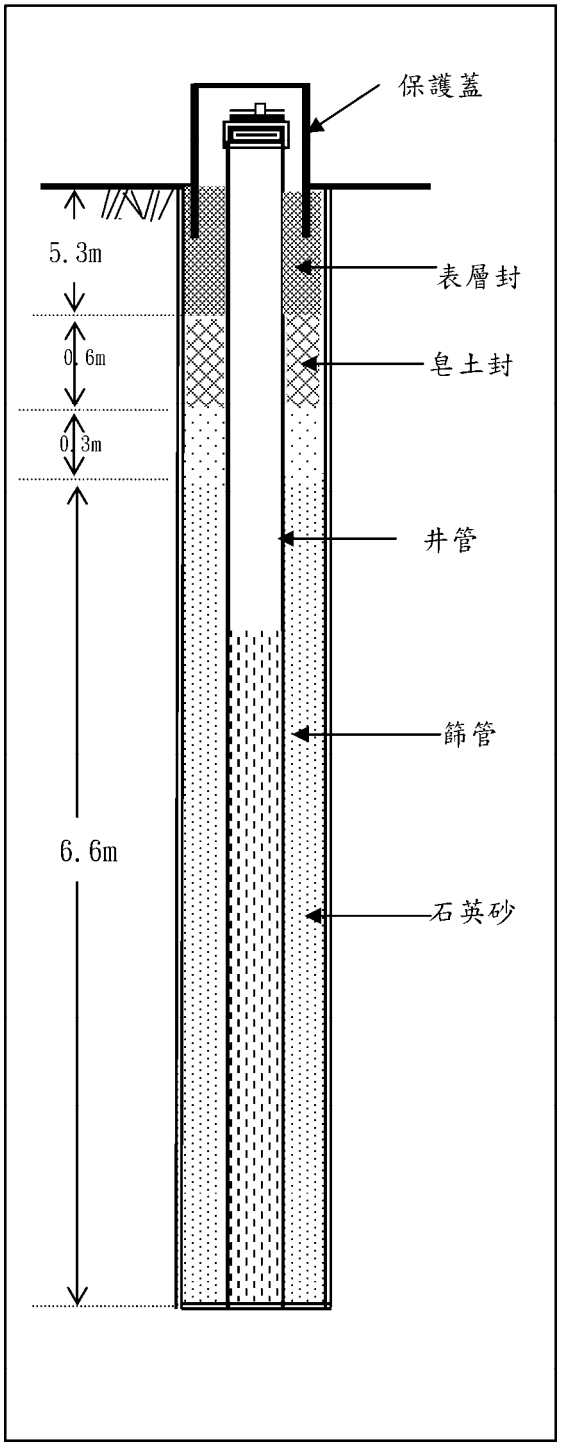
皂土封：5.3　至　5.9　m

表層封：0.0　至　5.3　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.27

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.25

井　　號：DW-96-12

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.3M

井管型式：2”PVC SCH40

井管接頭：螺紋式

井篩型式：2”PVC SCH40

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.3~10.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：螺紋式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.7　至　10.3　m

細砂封：3.4　至　3.7　m

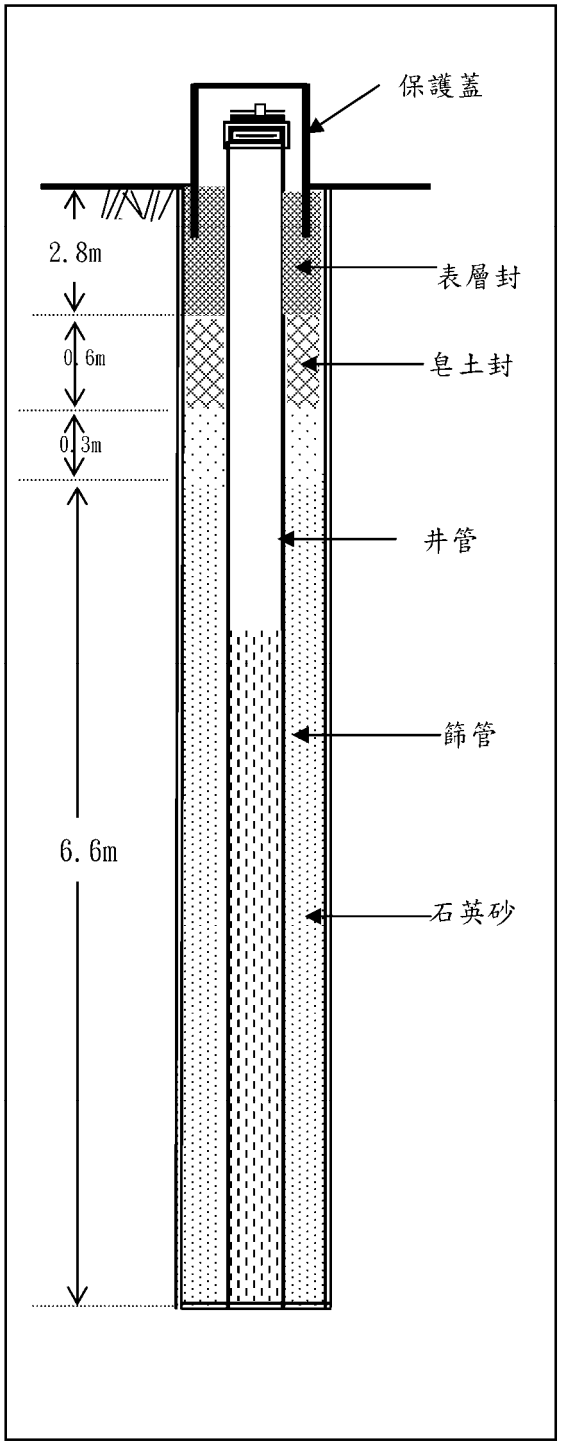
皂土封：2.8　至　3.4　m

表層封：0.0　至　2.8　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.26

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.25

井　　號：DP-96-01

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.0M

井管型式：6”南亞PVC管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：6”南亞PVC管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.0~10.0M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.4　至　10.0　m

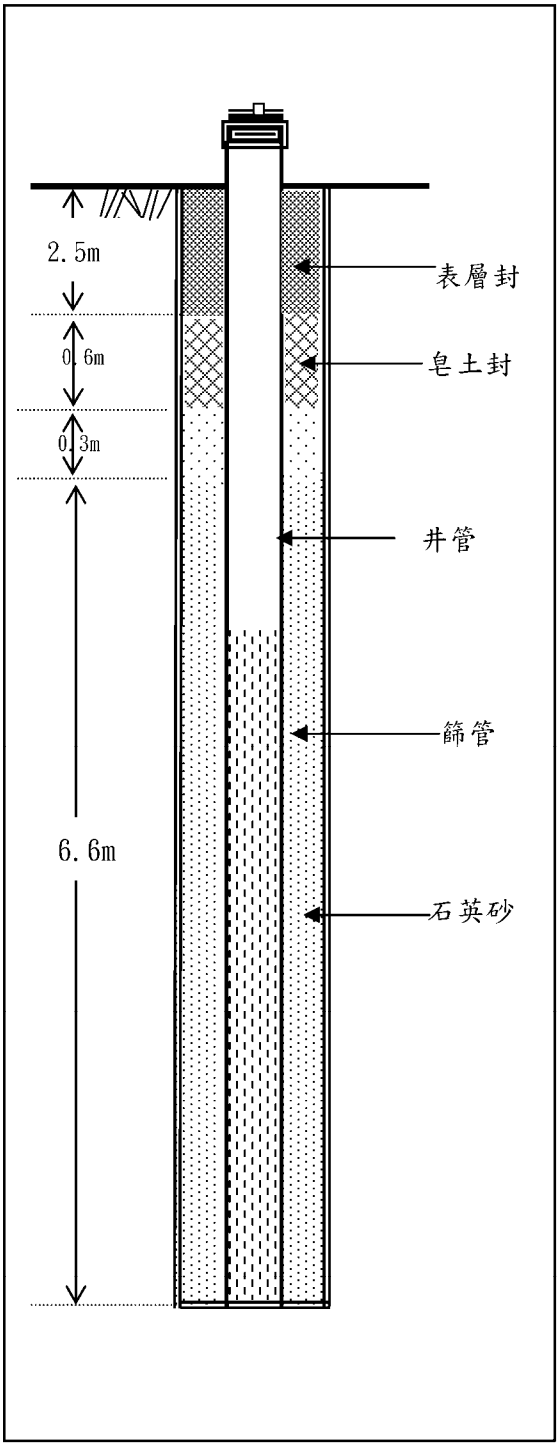
細砂封：3.1　至　3.4　m

皂土封：2.5　至　3.1　m

表層封：0.0　至　2.5　m

洗井方法：氣提式　日期 96.8.26

抽水井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.24

井　　號：DP-96-02

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.25M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.25~10.25M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.65　至　10.25　m

細砂封：3.35　至　3.65　m

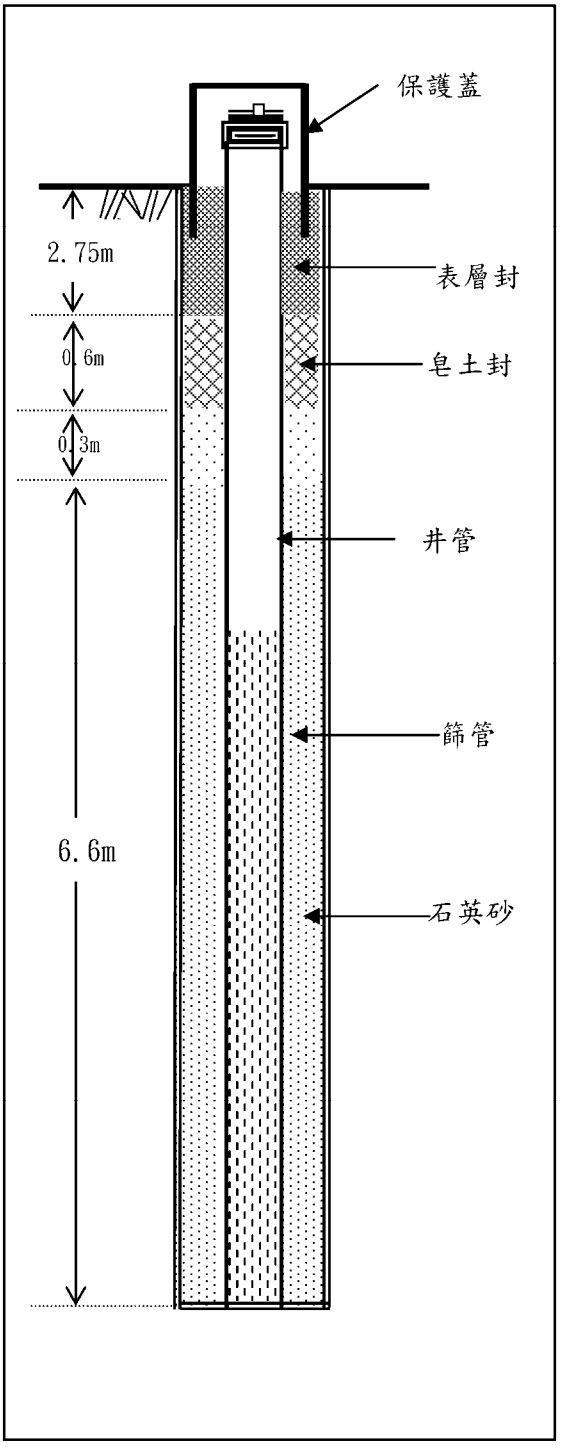
皂土封：2.75　至　3.35　m

表層封：0.0　至　2.75　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.28

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.24

井　　號：DP-96-03

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.3M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.3~10.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.7　至　10.3　m

細砂封：3.4　至　3.7　m

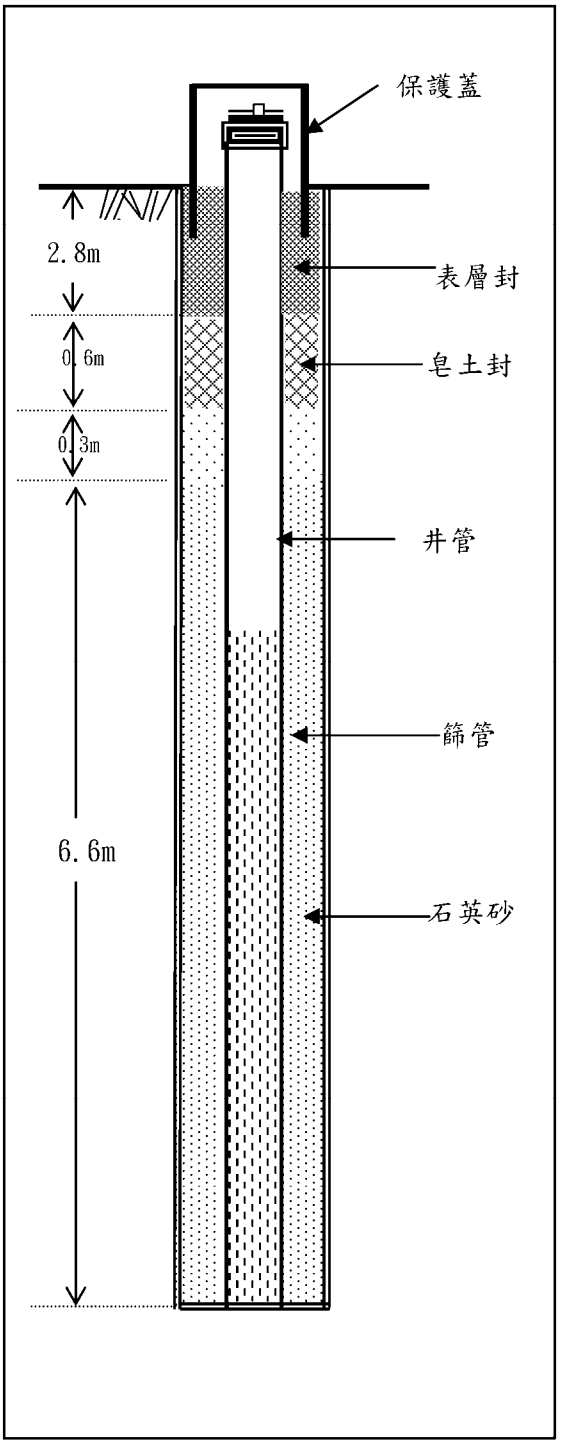
皂土封：2.8　至　3.4　m

表層封：0.0　至　2.8　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.28

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.08.24

井　　號：DP-96-04

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　12.3M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 6.3~12.3M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：5.7　至　12.3　m

細砂封：5.4　至　5.7　m

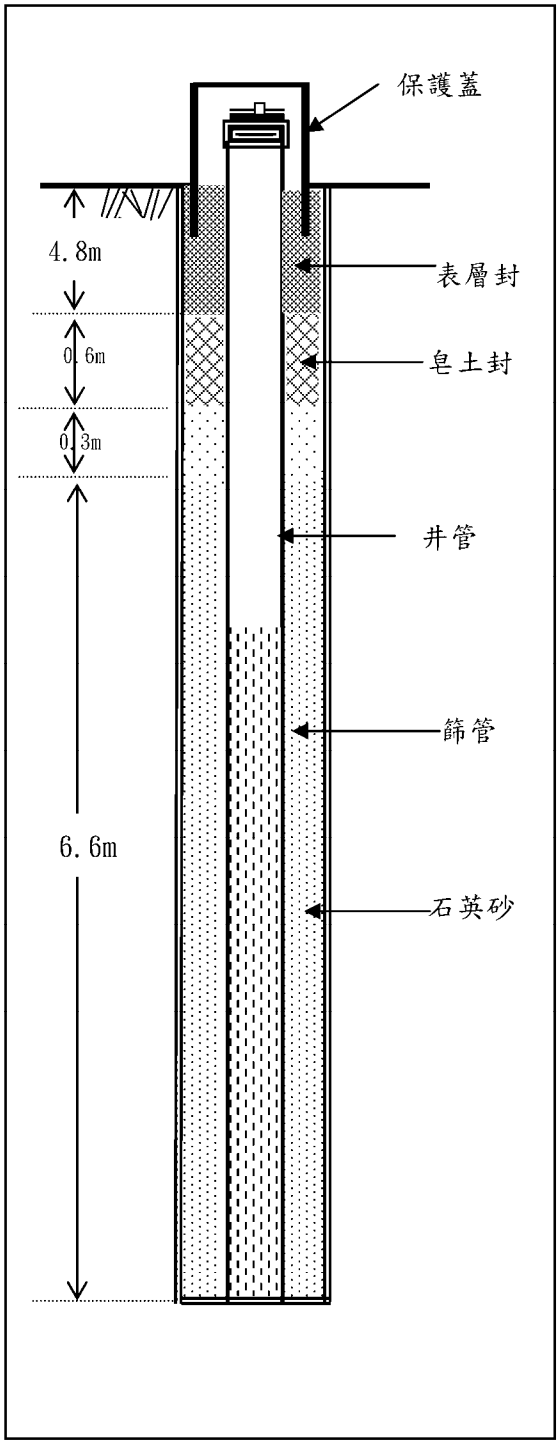
皂土封：4.8　至　5.4　m

表層封：0.0　至　4.8　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.8.28

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.11.11

井　　號：DP-96-05

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　15.5M

井管型式：6”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：6”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 9.5~15.5M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：8.9　至　15.5　m

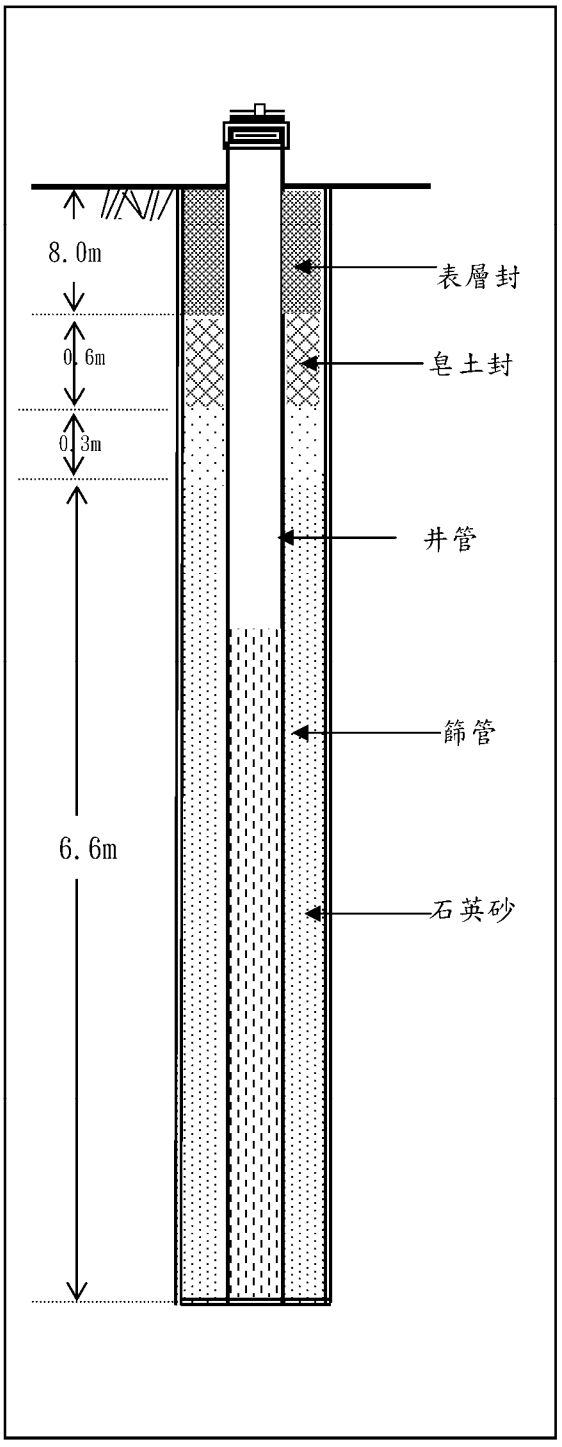
細砂封：8.6　至　8.9　m

皂土封：8.0　至　8.6　m

表層封：0.0　至　8.0　m

洗井方法：氣提式　日期 96.11.12

抽水井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.11.10

井　　號：DP-96-06

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.34M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.34~10.34M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.74　至　10.34　m

細砂封：3.44　至　3.74　m

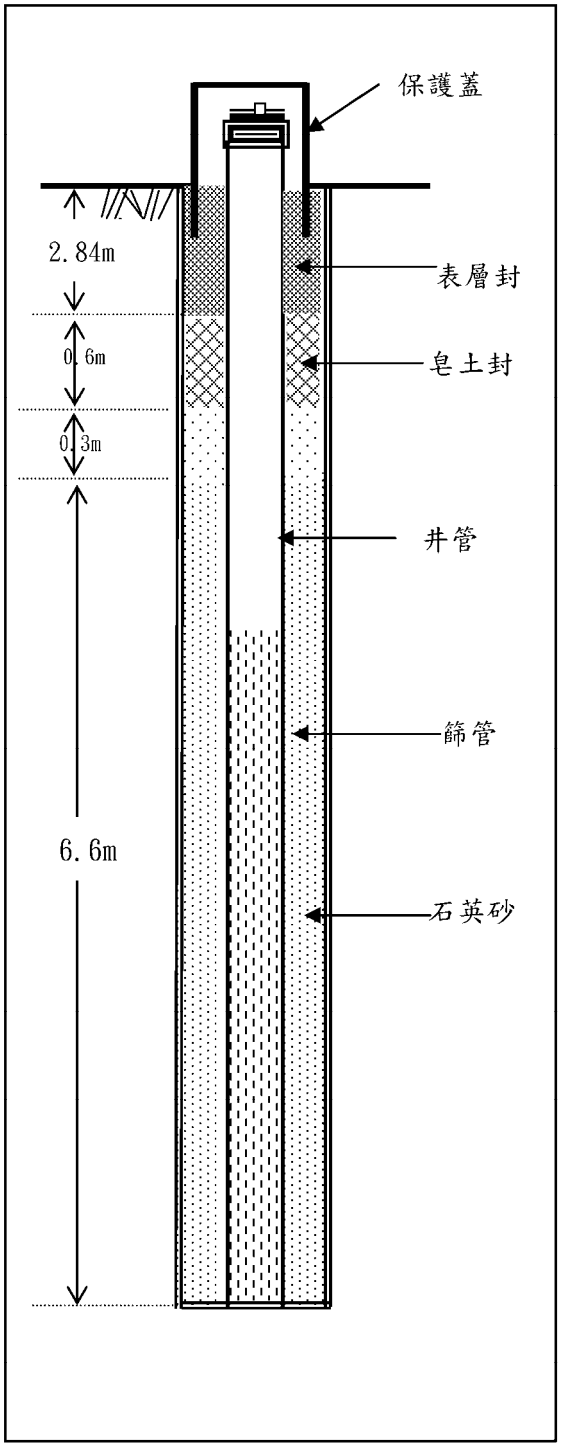
皂土封：2.84　至　3.44　m

表層封：0.0　至　2.84　m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.11.12

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.11.10

井　　號：DP-96-07

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.33M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.34~10.33M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.73　至　10.33 m

細砂封：3.43　至　3.73 m

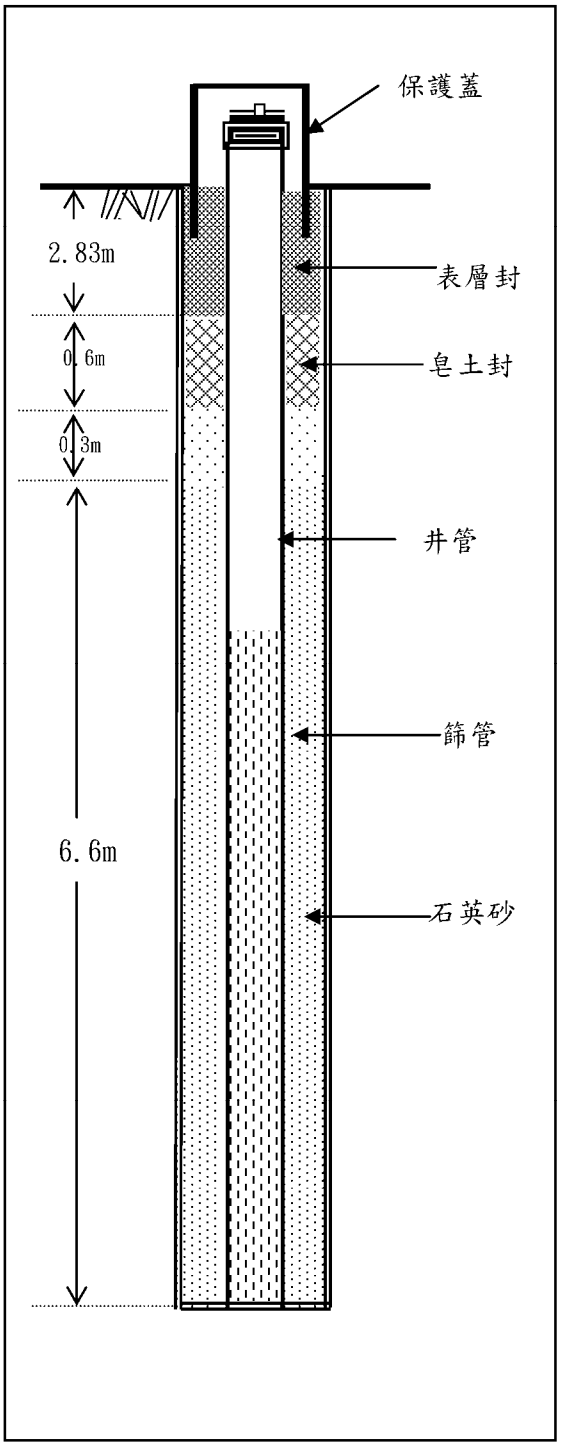
皂土封：2.83　至　3.43 m

表層封：0.0　至　2.83 m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.11.12

監測井示意圖



監 測 井 構 造 紀 錄 表

工程名稱：地下水監測井工程

設置日期：96.11.10

井　　號：DP-96-08

鑽井方法：頂擊式鑽堡

井孔直徑：6”　至　10.35M

井管型式：2”南亞 PVC 管

井管接頭：螺絲固定

井篩型式：2”南亞 PVC 管

篩孔尺寸：0.01”井篩深度 4.34~10.35M

井頂蓋型式：平滑式

井底封型式：平滑式

濾料型式：石英砂

濾料粒徑：0.6~0.8mm

濾料封：3.75　至　10.35 m

細砂封：3.45　至　3.75 m

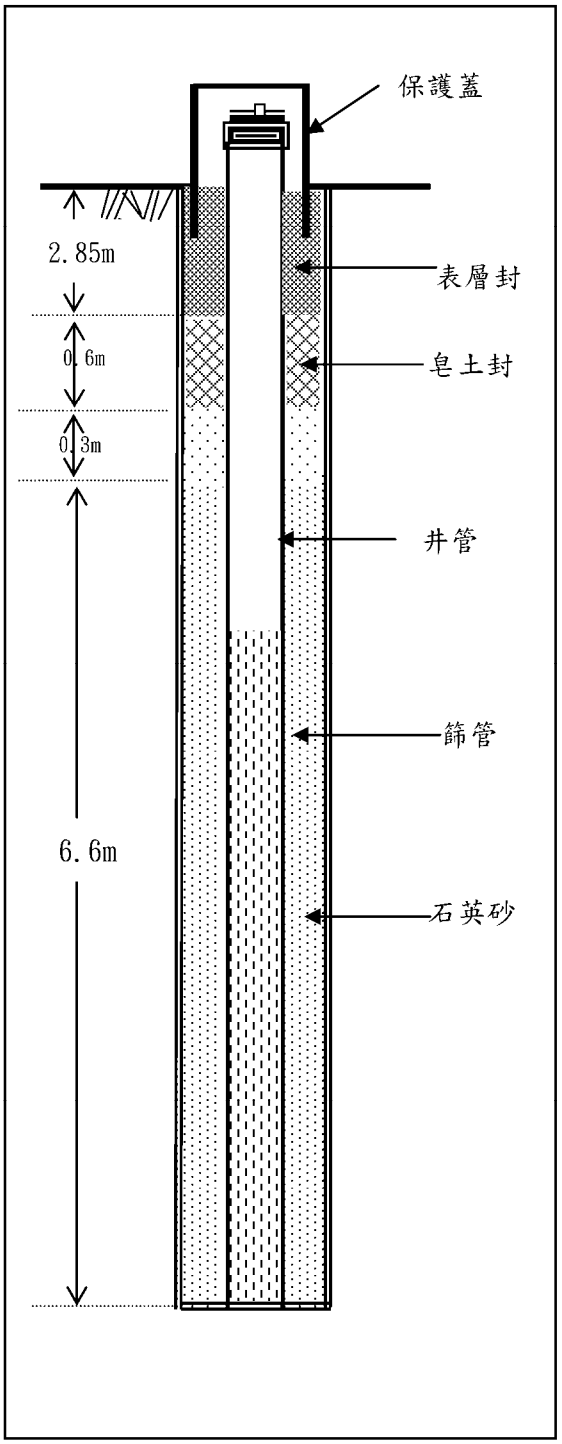
皂土封：2.85　至　3.45 m

表層封：0.0　至　2.85 m

保護蓋：4”保護蓋

洗井方法：氣提式　日期 96.11.12

監測井示意圖



附件 C 現場施工照片

	
鑽堡衝擊工法	以高壓空氣噴洗鑽孔
	
埋設井管、濾管	石英砂回填空隙
	
皂土粒填實	洗井
	
水泥底座包覆 4 英吋保護鐵蓋	DW-96-06 孔為水質監測井，設置警示柱及水泥平台(水質監測井規範)

地下水觀測井施作照片

	
抽水井鑽鑿	抽水井裝置
	
抽水井完工	抽水試驗超音波流量計
	
抽水試驗	抽水試驗自動電子紀錄盒

抽水試驗現場施作照片

國家圖書館出版品預行編目資料

烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃：堰址地質及區域地下水調查 = Preliminary planning of Niaozueitan Weir in Wu River geological and regional groundwater investigation of weir site / 經濟部水利署水利規劃試驗所[編]. -- 第一版. -- 臺中縣霧峰鄉：水利署水規所, 2007.12
面： 公分
參考書目：面
ISBN 978-986-01-2335-7（平裝附光碟片）

1. 河川工程 2. 地質調查 3. 地下水 4.烏溪

443.6933 96024749

烏溪鳥嘴潭攔河堰初步規劃-堰址地質及區域地下水調查

發 行 人：陳弘卣

發 行 所：經濟部水利署水利規劃試驗所

地　址：台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 號

電　話：(04)23304788　傳真：(04)23300282

出版年月：2007 年 12 月

版　次：第一版

GPN　：1009603931

ISBN　：978-986-01-2335-7

版權所有，翻印必究

廉潔、效能、便民

經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：台中縣霧峰鄉吉峰村中正路 1340 號

網址：http://www.wrap.gov.tw/

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

ISBN：978-986-01-2335-7

GPN：1009603931

定價：新臺幣 1000 元